平成26年6月25日発行（毎月1回25日） Vol.66 No.6 （No.772） ISSN 2187−851X

一般社団法人
日本建設機械施工協会誌（Journal of JCMA）

建設機械施工 2014 6

Vol.66 No.6 June 2014（通巻772号）

特集 インフラ

浮体式洋上ウィンドファーム ふくしま未来

一般社団法人 日本建設機械施工協会

クレーン,搬送台車,建設機械,特殊車輌他
産業機械用無線操縦装置

今や、業界唯一。
日本国内 自社自力生産・直接修理を実践中！

ポケットサイズ ハンディ ～ ショルダー機
フルラインアップ!!

ケーブレス　サテレータ　離操作（リソーサー）

- Nシリーズ 微弱電波
- Rシリーズ 産業用ラジコンバンド
- Uシリーズ 429MHz帯 特定小電力
- Gシリーズ 1.2GHz帯 特定小電力
- ボーバ 防爆形無線機

◆ 業界随一のフルラインの品揃えと オーダー対応制度で多様なニーズに対応！
◆ 常に！業界一のコストパフォーマンス！
◆ 迅速なメンテナンス体制！
◆ 未来を見据えた過去の実績を見て下さい！ 代々互換性を継承、補修の永続制

新 スリムケーブレス N/U/Gシリーズ
より安価なオーダー対応を実現！

微弱電波・特定小電力 両モデル対応
2段押しスイッチ装着可能
モデルチェンジ！内部設計を一新
全ての互換を優先しました
自由度の高い多様なオーダー対応（ボタン配置自在／最大32点）
優れた耐塵・防雨性能（送信機はIP65相当）
自社開発 高耐久性 2段押しスイッチを装着可能
パネルゴム突起で操作クリック感が向上

8操作標準型 RC-5808N
●8操作8リレー
●軽量コンパクト受信機
セットで 15万円（税抜価格）

12操作標準型 RC-5812N
●12操作12リレー
●照明出力リレーの保持を標準採用
セットで 17万円（税抜価格）

16ボタンモデル
16操作準標準型 RC-5816N
●16操作16リレー
●同じ外形で16個のボタンをコンパクトに配置

マイコンケーブレス
N/U/Gシリーズ
標準型 RC-6016N
●16操作16リレー 最大25リレーまで対応可能
セットで 20万円（税抜価格）
防爆形 対応可能（N/Uシリーズ）

新 頑強（タフ）ケーブレス N/U/Gシリーズ
モデルチェンジ！ 内部設計を一新!! 全ての互換を優先しました。

微弱電波・特定小電力 両モデル対応
2段押し・特殊スイッチ装着可能
標準型 RC-8616N
●16操作16リレー 最大32リレーまで対応可能
セットで 22万円（税抜価格）

堅牢なボディ 耐衝撃性能が向上
自社開発 高耐久性 2段押しスイッチを装着可能
優れた耐塵・防雨性能（送信機はIP65相当）
ハンディなのに特殊スイッチを装着可能（特殊スイッチ）
裏面スイッチ
オーダー対応例
防爆形はTX-8400型送信機で対応（Nシリーズのみ）

マイティサテレータ N/U/Gシリーズ
●操作信号数 最大32点（またはプロポ最大6項目と入出力信号26点以下）

微弱電波・特定小電力 両モデル対応
ジョイスティック 特殊スイッチ装着可能
防爆形 対応可能（Nシリーズのみ）
3ノッチジョイスティック型 RC-7132N セットで 90万円～（税抜価格）
全押しボタン RC-7126N セットで 45万円～（税抜価格）
ジョイスティック2本装着オーダー例

旧アンリツ製 デジタルテレコン入替専用モデル
新型ジョイスティック
3ノッチジョイスティック型 RC-7233UAN
スイッチガード付き押しボタン
全押しボタン型 オーダー例 RC-7215U

チップケーブレス Nシリーズ
コンパクトという選択肢!!

微弱電波モデル対応
標準型 RC-3208N
●8操作 8リレー
セットで 12万円（税抜価格）

片手で握り替えずに正逆操作が行えます！
チップ部品採用でポケットサイズ化
トコトン機能を絞ってコストダウン
アルカリ乾電池なら連続使用60時間以上
高い防水性能（送信機はIP65）
ボタン部の突起 ボタン間の仕切 一体型のシリコンカバーで操作性が向上
従来機と信号互換あり！（受信機は既設のままで送信機のみ取替も可）

ケーブレスミニ N/Rシリーズ
ポケットサイズの本格派！

微弱電波・ラジコンバンド 両モデル対応
●微弱Nシリーズは240MHz化でより安定した電波の飛び！
●2段押しスイッチ追加可能！（オプション）
●3操作3リレー 最大5リレーまで対応可能

特許！ テルハにはゼロ線電源*で電気配線工事 不要!! 更に、おんぶ/だっこ金具*で取付簡単!!（*オプション）

取付例

標準型 RC-4303N/R
セットで 10万円（税抜価格）

離操作（リソーサー） N/U/Gシリーズ
価格もサイズもハンディー並み！

微弱電波・特定小電力 両モデル対応
2段押し・特殊スイッチ装着可能
標準型 RC-2512N
セットで 22万円（税抜価格）
●12操作12リレー 最大32リレーまで対応可能
●見易くなった電池残量告知ランプ付
軽量コンパクト ショルダータイプ

データケーブレス
工夫次第で用途は無限！

微弱電波・特定小電力 ラジコンバンド 全モデル対応
N/R/U/G シリーズ
●機器間の信号伝送に！
●多芯の有線配線の代わりに！

送信機（外部接点入力型）

写真はUシリーズ

7100型　6300型　5700型　3200型
受信機

標準型 セットで
TC-1305R 20.5万円（税抜価格）
TC-1308N(微弱電波) 22 万円（税抜価格）

MAXサテレータ Uシリーズ Gシリーズ
金属シャーシの多操作・特注仕様専用機!!

特定小電力専用モデル
ジョイスティック 特殊スイッチ装着可能
全押しボタン装着タイプ
RC-9300U
●多機能多操作（比例制御対応も可）
セットで 95万円（税抜価格）

無段変速ジョイスティック2本装着例

無線式火薬庫警報装置
発破番（はっぱばん） ES-2000R
標準付属品付 セットで 40万円（税抜価格）

ER-2000R（受信機）　ET-2000R（送信機）

●長距離伝送 到達距離約2km～（6km）
●受信機から電話回線接続機能
●高信頼性 異常判定アルゴリズム
●音声メッセージで異常箇所を連絡（受信側）
●大音量警鳴音発生 110dB/m

本カタログの価格は、全て税抜表示となっています。

無線化工事のことならフルライン,フルオーダー体制の弊社に今すぐご相談下さい。また、ホームページでも詳しく紹介していますのでご覧下さい。 朝日音響 検索

常に半歩、先を走る

朝日音響株式会社
〒771-1350 徳島県板野郡上板町瀬部
FAX:088-694-5544(代) TEL:088-694-2411(代)
http://www.asahionkyo.co.jp/

情報化施工研修会のご案内　～ＩＣＴ建設施工の実地研修　～

ＩＣＴを活用した新しい施工技術である情報化施工は、施工品質の向上や熟練度に左右されない高い精度の施工などを実現する方法として、更なる普及が期待されています。２０１３年3月、国土交通省が設置した『情報化施工推進会議』は、新たな「情報化施工推進戦略」を提言しましたが、その中でも「人材育成」が非常に重要であることを指摘しています。

一般社団法人日本建設機械施工協会は、３次元データを利用した建設機械制御等に関する実践的な教育により、情報化施工に対応できる技術者を育成することを目的として、「情報化施工研修会」を開催しております。次回の研修会は下記日程で実施することとしておりますので、研修生の募集についてご案内申し上げます。

記

１．開催日程：

平成２６年　７月２４日(木)～２５日(金)
平成２６年　８月２８日(木)～２９日(金)

２．主　催：一般社団法人　日本建設機械施工協会

３．場　所：一般社団法人　日本建設機械施工協会施工技術総合研究所（静岡県富士市大渕3154）
『情報化施工・安全教育研修センター』
アクセスマップはこちらです。(→) http://www.cmi.or.jp/cmi/map.htm

４．対　象：建設現場管理者、建設機械オペレーター、その他マシンコントロール（MC）、マシンガイダンス（MG）、トータルステーション（ＴＳ）による出来形管理の体験あるいは習得を希望する方。

５．研修会のコース

コース名	研　修　目　標	受　講　費　用	備　考
TS出来形管理コース （1日間） 定員：20名	○情報化施工の概要を把握する ○**TSによる出来形管理**用データを作成し、実習により出来形管理の基本を習得する	**10,000円/人**	**○CPDS認定研修(6unitを予定)** ○開催期間の初日の1日
実務コース （2日間） 定員：20名	○設計図面を読み**MC、MG用データ作成**をマスターする ○測量データを利用し**データ作成、出来形管理の基本**を習得する ○**実機を用いた実習**によりMC、MG施工の基本を習得する	一般：**50,000円/人** **会員：40,000円/人**	**○CPDS認定研修(14unitを予定)** ○**研修用パソコン**の利用(一人1台) ○「**研修修了証**」を発行 ○**(独)雇用・能力開発機構のキャリア形成促進助成金制度に基づき、受講料及び賃金の助成**を受けられる場合がありますので、**雇用・能力開発機構都道府県センター**等でご確認いただくことをお勧め致します。

・受講資格は特にありませんが、「車両系建設機械(整地・運搬・積み込み用及び掘削用)運転技能講習」修了者であれば、施工機械の運転が可能です。
・旧体験コースを既に受講した方が**実務コースを再受講する場合、３５，０００円/人**で受講できます。
・受講費用には、建機・機材のレンタル費、パソコンの利用、傷害保険、テキストなどの費用が含まれています。宿泊費、食事代は含みません。
・ヘルメット、安全チョッキは当方で準備します。なお、実習の際は安全靴の着用をお願いします。
・平成26年７月の研修会は、主にトプコン機器、８月開催の研修会は、主にニコン・トリンブル機器による研修を予定しております。
・諸般の事情により内容を変更する場合があります。

６．お問合せ先：一般社団法人　日本建設機械施工協会（担当：小櫃 ）
〒105-0011　東京都港区芝公園３丁目５－８（機械振興会館）
TEL：03-3433-1501　　Fax：03-3432-0289
又は、一般社団法人　日本建設機械施工協会　施工技術総合研究所
TEL：0545-35-0212　（担当：研究第三部　上石・椎葉、総務部　引地）

７．お申込み方法：参加申込書（当協会ＨＰ（http://www.jcmanet.or.jp）**からもダウンロード**できます）に必要事項をご記入の上、下記までメール又はFaxにてお申込み下さい。お申し込みは開催日２週間前までにお願いします。申込み受付後、確認メールを送付致します。
〒417-0801　静岡県富士市大渕3154
一般社団法人 日本建設機械施工協会　施工技術総合研究所（担当：総務部 引地）
電　話：0545-35-0212　Fax：0545-35-3719　E-mail：joho-kenshu@cmi.or.jp

---

「情報化施工研修会」参加申込書

２０１４年　　月　　日

Ｎｏ.＿＿＿＿＿

<table>
<tr><td>(ﾌﾘｶﾞﾅ)
参加者氏名</td><td colspan="4">
(年齢：　　才)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">機関名(会社名)
所属・役職</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">連絡先住所</td><td colspan="4">〒</td></tr>
<tr><td>TEL</td><td></td><td>Fax</td><td></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>希望日程</td><td colspan="4">※希望の日程に○をお付け下さい
１．平成２６年　７月　　２．平成２６年　８月</td></tr>
<tr><td>希望コース</td><td colspan="4">※希望のコースに○をお付け下さい。
１．ＴＳ出来形管理コース（10,000円/人）　２．実務コース（一般：50,000円/人、会員：40,000円/人）　３．実務コース(再受講)　(35,000円/人)</td></tr>
<tr><td>受講にあたっての確認</td><td colspan="4">※どちらかに○をお付け下さい。
１)「車両系建設機械運転技能講習（整地・運搬・積み込み用及び掘削用)」の修了
・済　　・未
２) パソコン（エクセル等の使用）経験　　・あり　　・なし</td></tr>
<tr><td rowspan="2">請求書</td><td colspan="4">※どちらかに○をお付け下さい。
必　要　・　不　要　　　　通</td></tr>
<tr><td colspan="4">※その他必要な送付書類（見積書、領収書等）をご記入下さい。</td></tr>
<tr><td>送金日</td><td colspan="4">※あらかじめお分かりでしたらご記入下さい。
月　　日　　　　銀行　　　　支店より送金</td></tr>
<tr><td>昼食の希望
（１食５００円）</td><td colspan="4">※どちらかに○をお付け下さい。
必　要　・　不　要</td></tr>
</table>

※申込の人数が少ない場合、中止する場合があります。また、定員オーバーなどの場合、受付をお断りする場合もありますので、予めご了承願います。

＜図書紹介＞

平成26年度版　建設機械等損料表

■発刊　：　平成26年5月12日

■体裁　：　B5版　ﾓﾉｸﾛ　650ﾍﾟｰｼﾞ

■価格(送料別)

一般：　7,920円（本体　7,334円）

会員：　6,787円（本体　6,285円）

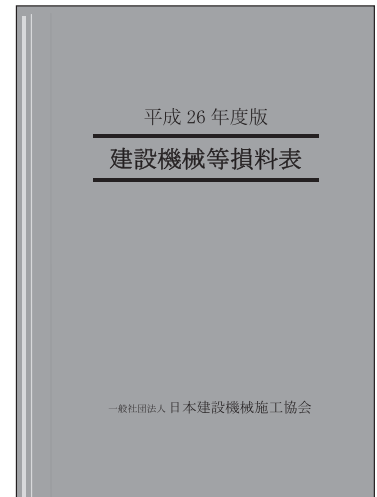
■内容

・機械経費・損料等に関する通達・告示類を掲載

・国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に基づき編集

・損料表の構成・用語や損料積算例を解説

・燃料・電力消費量（率）を掲載

・主要建設機械は写真・図で概要を紹介

＜参考＞　平成 26 年度版の主要改正点の一部を下表に示します。 この表は平成 26 年度版 建設機械等損料表の解説書「***よくわかる建設機械と損料2014***」（6 月16日発売）から抜粋、アレンジしたものです。

現行（旧）			変更箇所		改正		
			コード	名称			
0101	ブルドーザ		－	－	0101	ブルドーザ	
			（追加）			015	[普通・排ｶﾞｽ(OR2011)]
			（追加）			025	[湿地・排ｶﾞｽ(OR2011)]
			（追加）			055	[リッパ装置付・排ｶﾞｽ(OR2011)]
0104	スクレープドーザ		－	－	0104	スクレープドーザ	
	011			○		011	[普通型]
0106	被けん引式スクレーパ		－	－	0106	被けん引式スクレーパ	
	012			○		012	[油圧式]
0202	バックホウ（クローラ型）		－	－	0202	バックホウ（クローラ型）	
			（追加）			115	[標準型・排ｶﾞｽ(OR2011)]
			（追加）			135	[標準型・超低騒音型・排ｶﾞｽ(OR2011)]
			（追加）			714	[ディーゼル/電気ハイブリッド型・排ｶﾞｽ(3次)]
			（追加）			715	[ディーゼル/電気ハイブリッド型・排ｶﾞｽ(OR2011)]
0204	ドラグライン及びクラムシェル		－	－	0204	ドラグライン及びクラムシェル	
	061	[油圧クラムシェル・テレスコピック式・クローラ型]		○		061	[油圧クラムシェル・テレスコピック式]

一般社団法人　日本建設機械施工協会

橋梁架設工事及び設計積算業務の必携書

橋梁架設工事の積算

平成２６年度版

∞∞∞ 改訂・発刊のご案内∞∞∞

平成 26 年 5 月　一般社団法人　日本建設機械施工協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

平素は当協会の事業推進について、格別のご支援・ご協力を賜り厚く御礼申し上げます。

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準が改正され、平成 26 年 4 月以降の工事費の積算に適用されることに伴い、また近年の橋梁架設工事の状況、実績等を勘案し、当協会では**「橋梁架設工事の積算　平成 26 年度版」**を発刊致しました。

なお前年度版同様、橋梁の補修・補強工事の積算に際し、その適用範囲や積算手順をわかりやすく解説した**「橋梁補修補強工事積算の手引き 平成26年度版」**を**別冊（セット）で発刊**致しております。

つきましては、橋梁架設工事の設計積算業務に携わる関係各位に是非ご利用いただきたくご案内申し上げます。　敬　具

◆内容

平成 26 年度版の構成項目は以下のとおりです。

〈本編〉第１章　積算の体系
　　　　第２章　鋼橋編
　　　　第３章　ＰＣ橋編
　　　　第４章　橋梁補修
　　　　第５章　橋梁架設用仮設備機械等損料算定表
〈別冊〉橋梁補修補強工事 積算の手引き
　　　（補修・補強工事積算の適用範囲・手順の解説）

◆改訂内容

平成 25 年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

１．鋼橋編

・送出し架設　留意項目の追加
・橋梁補修（掲載歩掛一覧表、塗替塗装用足場工、仮設ブラケットの設置・撤去、素地調整（ブラスト工法、コンクリート補修歩掛）の追加
・積算例題の見直し

２．ＰＣ橋編

・工事用ｴﾚﾍﾞｰﾀｰ運転費の電力設備に発動発電機を追加
・外ｹｰﾌﾞﾙ工予備孔の設置歩掛りを追加
・外ｹｰﾌﾞﾙPE 管ｸﾞﾗｳﾄﾀｲﾌﾟ PC ｹｰﾌﾞﾙ工歩掛の変更
・重量型伸縮継手装置の設置歩掛りを追加
・検査孔蓋の設置歩掛りを追加
・複合損料の改定
・積算例題の見直し

●Ｂ５判／本編約 1,100 頁（カラー写真入り）
　　　　別冊約　120 頁　　セット
●価格
　一般価格：8,640 円（本体 8,000 円）
　会員価格：7,344 円（本体 6,800 円）

※　別冊のみの販売はいたしません。
※　送料は一般・会員とも
　　沖縄県以外 600　円
　　沖縄県　610 円（但し県内に限る）
※　なお送料について、複数又は他の発刊本と同時申込みの場合は別途とさせて頂きます。

大口径・大深度の削孔工法の設計積算に欠かせない必携書

大口径岩盤削孔工法の積算

平成２６年度版

∞∞∞　改訂･発刊のご案内∞∞∞

平成 26 年５月　　一般社団法人　日本建設機械施工協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

平素は当協会の事業推進について、格別のご支援・ご協力を賜り厚く御礼申し上げます。

本協会では、平成２４年５月に「大口径岩盤削孔工法の積算　平成２４年度版」を発刊し、関係する技術者の方々に広くご利用いただいておりました。

さて、このたび**国土交通省の土木工事積算基準及び建設機械等損料算定表等が改正**され、平成２６年４月１日以降の工事費の積算に適用されること等に伴い、当協会では、内容をより充実し、また解りやすく説明した**「大口径岩盤削孔工法の積算　平成26年度版」**を発刊致しました。

つきましては、大口径岩盤削孔工事の設計積算業務に携わる関係各位の皆様に是非ご利用いただきたくご案内申し上げます。　　敬　具

◆　内　容

平成２６年度版の構成項目は以下のとおりです。

第１編　適用範囲
第２編　工法の概要
第３編　アースオーガ掘削工法の標準積算
第４編　パーカッション掘削工法の標準積算
第５編　ケーシング回転掘削工法の標準積算
第６編　建設機械等損料表

◆　改定内容

平成２４年度版からの主な改定事項は以下のとおりです。

- 国土交通省の損料改正に伴う関連箇所の全面改訂
- オーガ、パーカッシヨン、ケーシング回転掘削工法の施工機械を最新情報に改定
- 工法写真、標準積算例により解りやすく解説
- 施工条件に対応した新たな岩盤削孔技術事例を追加
- 施工実績の改定に伴う掘削工法の種類と選定資料の部分改定

●Ａ４版／約 250 頁（カラー写真入り）
●価格
　一般価格：6,048 円（本体 5,600 円）
　会員価格：5,142 円（本体 4,762 円）
※　送料は一般・会員とも
　沖縄県以外　500　円
　沖縄県　350 円(但し県内に限る)
※　なお送料について、複数又は他の発刊本と同時申込みの場合は別途とさせて頂きます。

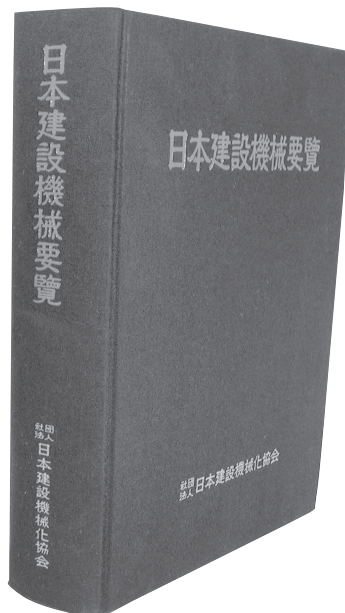
関係部署に回覧ください。

一般社団法人 日本建設機械施工協会

2013年版
日本建設機械要覧

ご案内

本協会では、国内における建設機械の実態を網羅した『日本建設機械要覧』を1950年より3年ごとに刊行し、現場技術者の工事計画の立案、積算、機械技術者の建設機械のデータ収集等に活用頂き、好評を頂いております。

本書は、専門家で構成する編集委員会の審査に基づき、良好な使用実績を示した国産および輸入の各種建設機械、作業船、工事用機械等を選択して写真、図面等のほか、主要緒元、性能、特長等の技術的事項、データを網羅しております。購読者の方々には欠かすことのできない実務必携書となるものと確信しております。

体　　裁

B5判、約1,320頁／写真、図面多数／表紙特製

価　　格

価格は次の通りです（消費税8%含む）
一般価格　52,920円（本体49,000円）
会員価格　44,280円（本体41,000円）
（注）送料は1冊900円となります。
（複数冊の場合別途）

特　　典

2013年版日本建設機械要覧購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト（要覧クラブ）上において2001年版、2004年版、2007年版及び2010年版日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2013年版を含めると1998年から2012年までの建設機械データが活用いただけます。

2013年版　内容目次

◆ 購入申込書 ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会　行

日本建設機械要覧　2013年版	冊

上記図書を申込み致します。平成　　年　月　日

官公庁名 会社名			
所属			
担当者氏名	㊞	TEL	
		FAX	
住所	〒		
送金方法	銀行振込　・　現金書留　・　その他（　　　　　）		
必要事項	見積書（　　）通　・　請求書（　　）通　・　納品書（　　）通 （　　）単価に送料を含む、（　　）単価と送料を２段書きにする（該当に○） お願い：指定用紙がある場合は、申込書と共に送付下さい		

◆ 申込方法 ◆

①官公庁：FAX（本部、支部共）
②民　間：（本部へ申込）FAX
（支部へ申込）現金書留のみ（但し会員はFAX申込可）
※北海道支部はFAXのみ
※沖縄の方は本部へ申込

（注）関東・甲信・沖縄地区は本部へ、その他の地区は最寄の下記支部あてにお申込み下さい。

［お問合せ及びお申込先］

支部	住所	電話・FAX
本部	〒105-0011　東京都港区芝公園3-5-8　機械振興会館	TEL 03（3433）1501 FAX 03（3432）0289
北海道支部	〒060-0003　札幌市中央区北三条西2-8　さっけんビル	TEL 011（231）4428 FAX 011（231）6630
東北支部	〒980-0802　仙台市青葉区二日町16-1　二日町東急ビル	TEL 022（222）3915 FAX 022（222）3583
北陸支部	〒950-0965　新潟市中央区新光町6-1　興和ビル	TEL 025（280）0128 FAX 025（280）0134
中部支部	〒460-0002　名古屋市中区丸の内3-17-10　三愛ビル	TEL 052（962）2394 FAX 052（962）2478
関西支部	〒540-0012　大阪市中央区谷町2-7-4　谷町スリースリーズビル	TEL 06（6941）8845 FAX 06（6941）1378
中国支部	〒730-0013　広島市中区八丁堀12-22　築地ビル	TEL 082（221）6841 FAX 082（221）6831
四国支部	〒760-0066　高松市福岡町3-11-22　建設クリエイトビル	TEL 087（821）8074 FAX 087（822）3798
九州支部	〒812-0013　福岡市博多区博多駅東2-4-30 いわきビル	TEL 092（436）3322 FAX 092（436）3323

ご記入いただいた個人情報は、お申込図書の配送・支払い確認等の連絡に利用します。また、当協会の新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）送付に利用する場合があります。
（これらの目的以外での利用はいたしません）当協会のプライバシーポリシー（個人情報保護法方針）は、ホームページ（http://www.jcmanet.or.jp/privacy_policy.htm）でご覧いただけます。
当協会からのダイレクトメール（DM）送付が不要な方は、下記□欄にチェック印を付けてください。

□　当協会からの新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）は不要

◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内 ◆

会 費 : 年間 9,000円

個人会員は、日本建設機械施工協会の定款に明記されている正式な会員で、本協会の目的に賛同され、建設機械・施工技術に関心のある方であればどなたでも入会頂けます。

★個人会員の特典

○「建設機械施工」を機関誌として毎月お届け致します。(一般購入価格 1冊840円/送料別途)。
「建設機械施工」では、建設施工や建設機械に関わる最新の技術情報や研究論文、本協会の行事案内・実施報告などのほか、新工法・新機種の紹介や統計情報等の豊富な情報を掲載しています。
○協会発行の出版図書を会員価格(割引価格)で購入できます。
○シンポジウム、講習会、講演会、見学会等、最新の建設機械・建設機械施工の動向にふれることができる協会行事をご案内するとともに、会員価格(割引価格)で参加できます。

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非入会下さい!!

◆ 一般社団法人 日本建設機械施工協会について ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会は、建設事業の機械化を推進し、国土の開発と経済の発展に寄与することを目的として、昭和25年に設立された公益法人です。国土交通省および経済産業省の指導監督のもと、建設の機械化に係わる各分野において調査・研究、普及・啓蒙活動を行い、建設の機械化や施工の安全、環境問題、情報化施工、規格の標準化案の作成などの事業のほか、災害応急対策の支援等による社会貢献などを行っております。
今後の建設分野における技術革新の時代の中で、より先導的な役割を果たし、わが国の発展に寄与してまいります。

一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

○建設機械及び建設機械施工に関わる学術研究団体です。(特許法第30条に基づく指定及び日本学術会議協力学術研究団体)
○建設機械に関する内外の規格の審議・制定を行っています。(国際標準専門委員会の国内審議団体(ISO/TC127、TC195、TC214)、日本工業規格(JIS)の建設機械部門原案作成団体、当協会団体規格「JCMAS」の審議・制定)
○建設機械施工技術検定試験の実施機関に指定されています。(建設業法第27条)
○災害発生時には会員企業とともに災害対処にあたります。(国土交通省各地方整備局との「災害応急対策協定」の締結)
○付属機関として「施工技術総合研究所」を有しており、建設機械・施工技術に関する調査研究・技術開発にあたっています。また、高度な専門知識と豊富な技術開発経験に基づいて各種の性能試験・証明・評定等を実施しています。
○北海道から九州まで全国に8つの支部を有し、地域に根ざした活動を展開しています。

■会員構成
会員は日本建設機械施工協会の目的に賛同された、個人会員(個人:建設施工や建設機械の関係者等)、団体会員(法人・団体等)ならびに支部団体会員で構成されており、協会の事業活動は主に会員の会費によって運営されています。

■主な事業活動
・学術研究、技術開発、情報化施工、規格標準化等の各種委員会活動。
・建設機械施工技術検定試験の実施。
・機関誌「建設機械施工」をはじめ各種技術図書・専門図書の発行。
・建設機械と施工技術展示会"CONET"の開催。除雪機械展示会の開催。
・シンポジウム、講習会、講演会、見学会等の開催。海外視察団の派遣。 etc.

■主な出版図書
・建設機械施工(月刊誌)
・日本建設機械要覧
・建設機械等損料表
・建設機械図鑑
・建設機械用語集
・地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル
・建設施工における地球温暖化対策の手引き
・建設機械施工安全技術指針本文とその解説
etc.

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます !

http://www.jcmanet.or.jp

※お申し込みには次頁の申込用紙を使用してください。

【お問い合せ・申込書の送付先】

一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係
〒105-0011 東京都港区芝公園3－5－8 機械振興会館
TEL:(03)3433-1501 FAX:(03)3433-0401

一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係 行
FAX ：（03）3433－0401

一般社団法人 日本建設機械施工協会会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会個人会員に入会します。

平成　　年　　月　　日

<table>
<tr><th colspan="3">個 人 会 員 入 会 申 込 書</th></tr>
<tr><td>ふりがな</td><td></td><td>生 年 月 日</td></tr>
<tr><td>氏　　名
（自 署）</td><td></td><td>大正
昭和
平成　　年　　月　　日</td></tr>
<tr><td>機関誌の送付先</td><td colspan="2">A. 勤務先　　B. 自宅　　（ご希望の送付先に○印で囲んで下さい。）
※「勤務先」に送付の場合は下記（A）の項目に、「自宅」に送付の場合は下記（B）の項目にご記入下さい。</td></tr>
<tr><td>（A）
勤 務 先 名</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>（A）
所 属 部 課 名</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>（A）
勤 務 先 住 所</td><td colspan="2">〒

TEL ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿　E-mail ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿</td></tr>
<tr><td>（B）
自 宅 住 所</td><td colspan="2">〒

TEL ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿　E-mail ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿</td></tr>
<tr><td>そ の 他
連 絡 事 項</td><td colspan="2">
平成　　年　　月より入会</td></tr>
</table>

【会費について】 年間 9,000円

○会費は当該年度前納となります。年度は毎年4月から翌年3月です。
○年度途中で入会される場合であっても、当該年度の会費として、全額をお支払い頂きます。
○会費には機関誌「建設機械施工」の費用（年間12冊）が含まれています。
○退会のご連絡がない限り、毎年度継続となります。退会の際は必ず書面にてご連絡下さい。
　また、住所変更の際はご一報下さるようお願い致します。

【その他ご入会に際しての留意事項】

○個人会員は、定款上、本協会の目的に賛同して入会する個人です。 ○入会手続きは本協会会長宛に入会申込書を提出する必要があります。 ○会費額は総会の決定により変更されることがあります。 ○次の場合、会員の資格を喪失します：1.退会届が提出されたとき。2.後見開始又は保佐開始の審判をうけたとき。3.死亡し、又は失踪宣言をうけたとき。4.1年以上会費を滞納したとき。5.除名されたとき。 ○資格喪失時の権利及び義務：資格を喪失したときは、本協会に対する権利を失い、義務は免れます。ただし未履行の義務は免れることはできません。 ○退会の際は退会届を会長宛に提出しなければなりません。 ○拠出金の不返還：既納の会費及びその他の拠出金品は原則として返還いたしません。

【個人情報の取扱について】

ご記入頂きました個人情報は、日本建設機械施工協会のプライバシーポリシー（個人情報保護方針）に基づき適正に管理いたします。本協会のプライバシーポリシーは http://www.jcmanet.or.jp/privacy_policy.htm をご覧下さい。

一般社団法人日本建設機械施工協会　発行図書一覧表（平成 26 年 6 月現在）　消費税 8%

№.	発行年月	図　書　名	一般価格（税込）	会員価格（税込）	送料
1	H26 年 5 月	平成 26 年度版　建設機械等損料表	7,920	6,787	600
2	H26 年 5 月	橋梁架設工事の積算　平成 26 年度版	8,640	7,344	600
3	H26 年 5 月	大口径岩盤削孔工法の積算　平成 26 年度版	6,048	5,142	500
4	H26 年 3 月	情報化施工デジタルガイドブック【DVD 版】	2,160	1,944	400
5	H25 年 6 月	機械除草安全作業の手引き	972	864	250
6	H25 年 5 月	橋梁架設工事の積算　平成 25 年度版	8,640	7,344	600
7	H25 年 3 月	日本建設機械要覧　2013 年版	52,920	44,280	900
8	H24 年 5 月	大口径岩盤削孔工法の積算　平成 24 年度版	6,048	5,142	500
9	H23 年 4 月	建設機械施工ハンドブック　（改訂 4 版）	6,480	5,502	600
10	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,240		400
11	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷【CD】	3,240		250
12	H22 年 7 月	情報化施工の実務	2,160	1,851	400
13	H21 年 11 月	情報化施工ガイドブック 2009	2,376	2,160	400
14	H21 年 9 月	道路除雪オペレータの手引	3,085	2,057	500
15	H20 年 6 月	写真でたどる建設機械 200 年	3,024	2,560	500
16	H19 年 12 月	除雪機械技術ハンドブック	3,086		500
17	H18 年 2 月	建設機械施工安全技術指針・指針本文とその解説	3,456	2,880	400
18	H17 年 9 月	建設機械ポケットブック　（除雪機械編）	1,029		250
19	H16 年 12 月	2005「除雪・防雪ハンドブック」（除雪編）	5,142		600
20	H15 年 7 月	道路管理施設等設計指針（案）道路管理施設等設計要領（案）	3,456		500
21	H15 年 7 月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,620	1,512	400
22	H15 年 6 月	道路機械設備 遠隔操作監視技術マニュアル（案）	1,944		400
23	H15 年 6 月	機械設備点検整備共通仕様書(案)･機械設備点検整備特記仕様書作成要領(案)	1,944		400
24	H15 年 6 月	地球温暖化対策　省エネ運転マニュアル	540		250
25	H13 年 2 月	建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック（第 3 版）	6,480	6,048	500
26	H12 年 3 月	移動式クレーン、杭打機等の支持地盤養生マニュアル（第 2 版）	2,675	2,366	400
27	H11 年 10 月	機械工事施工ハンドブック　平成 11 年度版	8,208		600
28	H11 年 5 月	建設機械化の 50 年	4,320		500
29	H11 年 4 月	建設機械図鑑	2,700		400
30	H10 年 3 月	大型建設機械の分解輸送マニュアル	3,888	3,456	500
31	H9 年 5 月	建設機械用語集	2,160	1,944	400
32	H6 年 4 月	建設作業振動対策マニュアル	6,172	5,554	500
33	H6 年 8 月	ジオスペースの開発と建設機械	8,229	7,714	500
34	H3 年 4 月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,079	9,565	600
35	S 63 年 3 月	新編　防雪工学ハンドブック【POD 版】	10,800	9,720	500
36		建設機械履歴簿	411		250
37	毎月　25 日	建設機械施工【H25.6 月号より図書名変更】	864	777	400

購入のお申し込みは当協会 HP　http://www.jcmanet.or.jp の出版図書欄の「ご購入方法」の「図書購入申込書」をプリントアウトし，必要事項を記入してお申し込みください。

http://www.jcmanet.or.jp/

建設機械施工

Vol.66　No.6　June　2014（通巻 772 号）

目　次

インフラ　特集

◇表紙写真説明◇

浮体式洋上ウィンドファーム ふくしま未来

写真提供：福島洋上風力コンソーシアム

福島県の沖合約 18 km に設置された 2 MW 級洋上風力発電船「ふくしま未来」。経済産業省資源エネルギー庁が推進する浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業では，その一環として海に浮かぶ変電所（サブステーション）と，海に浮かぶ 3 基の風力発電設備で構成する実証施設の建設を進めており，本機は実証施設における最初の風力発電設備である。昨年 11 月から運転を開始した。

受章のお知らせ
辻 靖三会長が，平成 26 年春の叙勲 瑞宝中綬章を受章

当協会 辻 靖三会長が，平成 26 年春の叙勲 瑞宝中綬章（建設行政事務功労）を受章いたしました。

この勲章は国家または公共に対して功労があるものを対象として，公務等に長年にわたり従事，成績を挙げた方に授章されるものです。

情報化施工により東日本大震災の復興を支援

施工部会情報化施工委員会（委員長：植木睦央　鹿島建設株式会社東京建築支店機材部）は，情報化施工を通じ災害に強く信頼性の高い復興事業を実現できるよう被災３県の施工者や発注者などを支援することとしました。

まずは，一般社団法人日本建設機械施工協会のサイトに復興支援のためのホームページを立ち上げ，情報化施工に対する疑問や現場での困りごとについての相談に応えていくこととしました。次に，復興事業において情報化施工を取り入れ，自社のレベルアップを図ろうと考える施工者を，被災３県の中から募り，業務受注後から竣工までをトータルサポートしていくこととしています。

http://www.jcmanet.or.jp/sekou/hukkou/index.html

平成 26 年度建設機械施工技術検定試験
―１・２級建設機械施工技士―

平成 26 年度１・２級建設機械施工技術検定試験を次の通り実施いたします。

この資格は，建設事業の建設機械施工に係る知識や技術力を検定します（以下の記載内容は概略ですので，詳細は当協会ホームページを参照又は電話による問い合わせをしてください）。

1．申込み方法

所定の受検申込用紙に必要事項を記載し，添付書類とともに郵送。

平成 26 年３月７日（金）～４月４日（金）まで，受検申込み用紙を含む「受検の手引」を当協会等で販売；終了

2．申込み受付

平成 26 年３月７日（金）～４月４日（金）；終了

3．試験日

(1) 学科試験：平成26年6月15日（日）；終了

(2) 実地試験：平成 26 年８月下旬から９月中旬

詳細問い合わせ先：

一般社団法人日本建設機械施工協会
試験部
TEL：03-3433-1575
http://www.jcmanet.or.jp

第 14 回建設ロボットシンポジウム　論文募集のご案内

「第 14 回建設ロボットシンポジウム―建設産業をリードするロボット技術（RT）＆情報通信技術（ICT）―」（8 月 28 日（木），中央大学 後楽園キャンパス）開催に伴い，次の通り発表論文を募集致します。

1．論文募集内容

(1) 建設生産についての将来展望
(2) 建設生産技術の高度化
(3) アプリケーションと新領域
(4) ライフサイクルへの適用
(5) ロボット・キーテクノロジー

2．論文募集要項

(1) 応募者は論文要旨を送付してください。
(2) 論文要旨提出締切日：1 月 31 日（金）；終了
(3) 審査の上，採用決定論文については本論文の作成を依頼します。
(4) 論文提出締切：4 月 25 日（金）；終了
(5) 論文発表時間：20 分／編（予定）
(6) シンポジウム期日：8 月 28 日（木）

詳細問い合わせ先：

一般社団法人日本ロボット工業会
建設ロボットシンポジウム事務局
TEL：03-3434-2919
FAX：03-3578-1404
E-mail:forum@jara.jp
URL http://www.jara.jp/

CONEXPO-CON/AGG 2014 & IFPE 2014 at 米国ラスベガスコンベンションセンター（2）

2014年3月4日～8日

5月号グラビアでは，著名25社の代表的な製品を各1～数機種ずつ紹介したが，今回はISO専門委員会で取り扱う建設機械の適用範囲，定義及び分類に従い，視察団が調査した米・欧・日・中・韓 各社の展示製品を系統だて，可能な限り幅広く紹介する。

土工機械 — ISO/TC 127 Earth moving machinery

油圧ショベル — Excavator

JCB

Volvo

Bobcat

Terex

Gradall

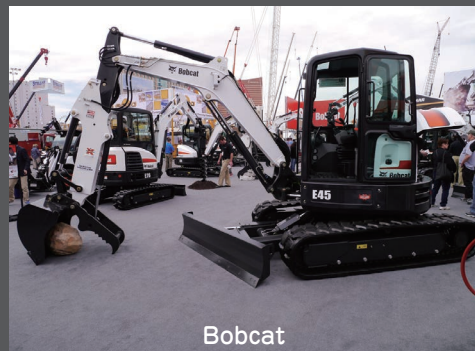
Wacker neuson

コマツ

Hydrema

Sany

ヒュンダイ

ドゥーサン

Case

コベルコ

キャタピラー

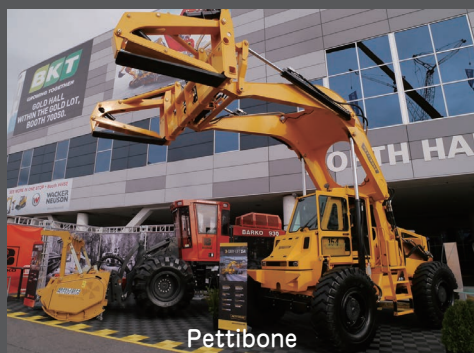
クボタ

日立建機

竹内製作所

ヤンマー

ホイールローダ ― Wheel loader

ジョンディア

Pettibone

Gehl

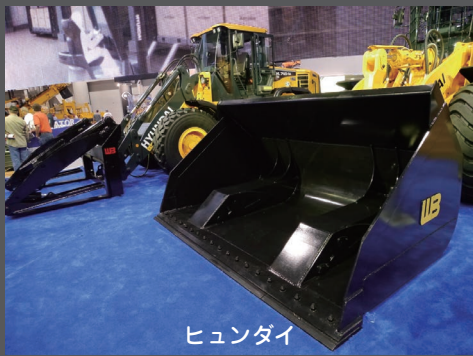
KCM

Case

Wacker neuson

ヤンマー

Volvo

JCB

ヒュンダイ

Terex

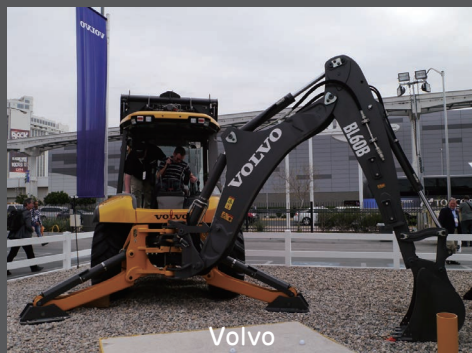
コマツ

バックホウローダ — Backhoe loader

Case

クボタ

キャタピラー

ジョンディア

Volvo

Hidromek

Rail

Terex

ヤンマー

JCB

キャタピラー

ヒュンダイ

スキッドステアローダ — Skid steer loader

Gehl

ジョンディア

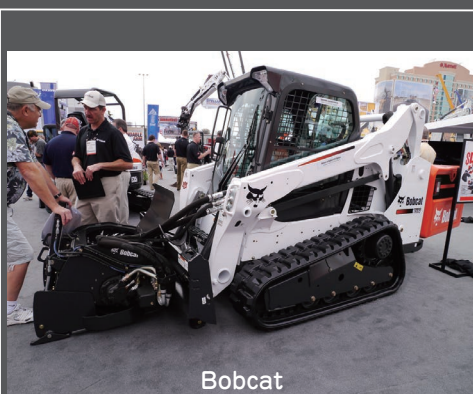
ヤンマー

Mustang

Terex

キャタピラー

竹内製作所

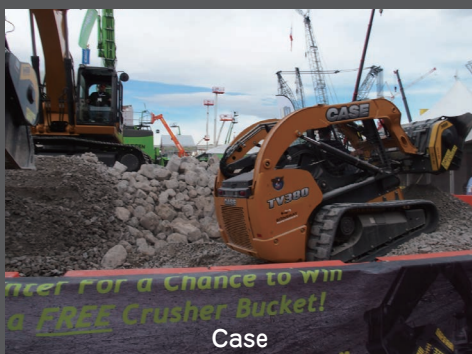
JCB

Bobcat

コンパクトトラックローダ — Compact track loader

クボタ

Wacker neuson

Volvo

Gehl

Case

ヤンマー

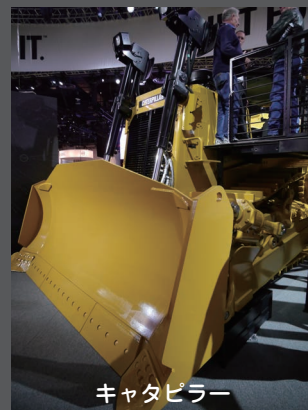
Mustang

Terex

キャタピラー

ブルドーザ — Track type tractor

竹内製作所

コマツ

キャタピラー

グレーダ — Grader

Sany

Case

Leeboy

Volvo

キャタピラー

Terex

ダンパ（重ダンプトラック及び不整地運搬車）— Dumper

キャタピラー

日立建機

ジョンディア

Hydrema

Bell

ドゥーサン

コマツ

Prinoth

Terramac

Wacker neuson

諸岡

JCB

ローラ — Roller

ヤンマー

Dynapac

JCB

Bomag

Volvo

Leeboy

Sany

Wacker neuson

Hamm

締固め機械 — Compactor

ヒュンダイ

キャタピラー

Dynapac

建設用機械及び装置 — ISO/TC 195 Building construction machinery and equipment

トラックミキサ — Truck mixer

Oshkosh

McNeilus

キャタピラー

Consumers

Burnco

Kimble

London

Continental mixers

Con-Tech

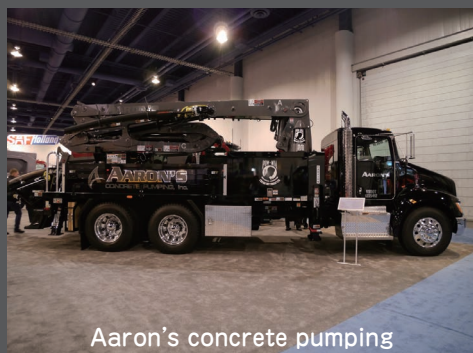
Beck

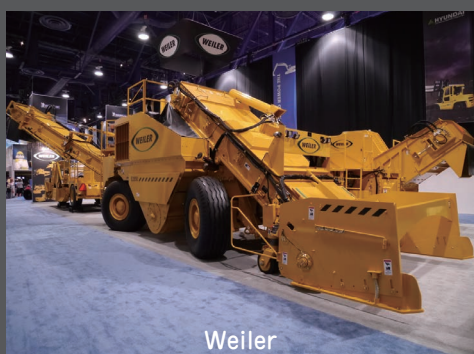
Advanced ready mix

Mack

打設ブーム付きコンクリートポンプ車 ― Concrete placing boom

Putzmeister

Schwing

Aaron's concrete pumping

舗装機械 ― Paver / Finisher

Weiler

キャタピラー

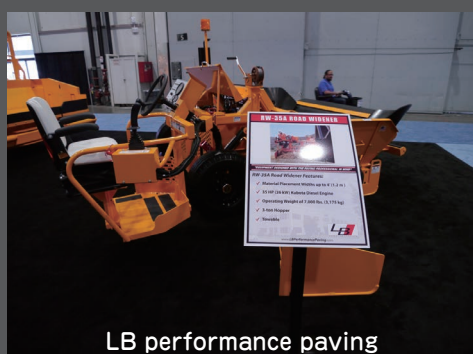
Dynapac

Vögele

Bomag

Leeboy

Blaw-Knox

Volvo

LB performance paving

〈以下次号〉

巻頭言

垂直的展開フェーズに進むべき日本のインフラストラクチャー

家　田　　仁

インフラストラクチャーは言わば人類の歴史であり，時間と共に変化し入れ替わっていくものである。まずは変化というところを述べてみたい。ローマの道は2000年もの昔に作られながら，現在の道路と同様に排水勾配を設けたもので，一見すると被覆材が石畳である以外に現在との違いは見えない。しかし，現在の道路をよく観察すると，舗装材料の性質によって，排水性舗装，メンテナンス性能向上，通行車両の振動騒音の低減というように，機能は大いに変化している。

港湾においても，"津々浦々"という言葉が示す通り，日本には入り江，湾，リアス式海岸等の天然の良港が多く点在している。船舶での輸送は体積に比例して積載能力が増大し，一方船の走行抵抗は面積に比例するので，規模の経済が働いて，その結果船舶は大型化する。港もそれに応じて，水深の確保，航路の確保，コンテナヤード等の整備が必要になる。そのような国際戦略コンテナ港湾5港と国際バルク戦略港湾8港が全国百何十ある重要港湾から選定され，その他の港湾はセカンダリーポートで良いとなってくることも，ある種の変化である。

道路でいうと，変化が顕著なものは戦後の高速自動車道路の整備である。1963年に名神高速道路の一部が開通し，その後東名高速道路，東北自動車道路，名神高速道路等の主要幹線道の整備が進み，全国各地に平面的に広げてきた。現在では高速道路のネットワークの密度みたいなものは，どの地方においても大体同じで，整備度を計算すると±15％程度の範囲に入るが，全体の交通容量も含めた比較を行うと関東地方や近畿地方では伸びていない。つまり水平的に広げることに努力をしてきたが，よりニーズの高い大都市圏とか，大きい空港につなげる路線とか，そういう質を上げるところにあまり力を入れる余力がなかった。あと5～10年のオーダーで3環状（中央環状，外環，圏央道）もでき，漸く世界の水準に近づくかもしれない。今後はITSの活用等で高速道路での走行高速化や隊列走行による交通容量の大幅改善等が望まれる。

鉄道は明治時代に幹線部分をつくり，大正期に路線を隅々に一気に広げた。その後大量輸送時代を迎えるにあたって1964年に東海道新幹線がつくられた。東海道新幹線はまさしく新しい幹線としてグレードアップ，垂直に飛び上がったものである。最高速度は倍以上である。その後50年間にも最高速度は200 km/h～270 km/hになり，エネルギーでいえば2倍以上のエネルギーが必要になるが，車両の軽量化や技術開発により，省エネが図られ環境負荷も小さくなるような変化を遂げている。次には時速500 km/hの全く新しい走行方式による中央リニア新幹線が計画されており，鉄道の世界では実に垂直にグレードを上げることに力を入れてきた。

このところインフラで一番感動する垂直的展開をしているのは下水道である。狭く暗く汚い管路の点検をオートマチックなロボットにより行い，自動的に解析して修繕箇所を特定する点検診断技術や，管路内側に包帯を巻くようにライニングをしていく技術などはすごい発想の転換である。内側にライニングをするので断面は縮小するが，表面の粗度係数は低くむしろ流下能力は上がっており，そこに更に工夫をして気泡を生じさせ浄化能力を持たせている。また，年間を通じて一定の温度であることを利用した外気温との差による発電，有機物の回収による肥料の作成等，これだけの発想の転換は他に例がないのではないかと思う。

最後に電力関係について触れると，福島第一原子力発電所の事故，核燃料の最終処分地も決まっていない事実，核廃棄物が長い年月にわたって大量に発生するのも大きなハンディキャップである。一方でスペースの割には巨大な電源になっている。黒部第4発電所の発電能力が33万kWであるのに対して，柏崎原子力発電所の発電能力は820万kWと桁違いに大きい。今の日本が経済的に落ち込むことがないようにするには，直ちに原発を全廃するというのは現実的でない。

しかし，長期的には極力原子力に依存しない社会にするのは，やはりエンジニアリングの責務である。そういった意味では風力発電や太陽光発電に大いに期待をしたい。

風力発電では風の抵抗，風速が維持できる洋上を活用したい。現在は洋上とはいうものの港湾の区域内であり，航路の邪魔にならない迷惑の少ないところでやっており，必ずしも風況が良いとは限らない。風況の良いところは港のないところにもあり，例えば海岸で漁業者とも折り合いがつく風況の良いところがあれば，洋上資源利用海域とでも名前をつけて港湾区域の一つの亜種として，準港湾区域のようなものとして指定できる制度が必要であろう。つまり国なり自治体の港を管理する主体が，水のエリアを管理し，そこに風力発電を設置したい人が申請する，また漁業関係者との調整も行うようにすればよく，そのような制度的工夫によって洋上風力もイギリスやオランダのように海岸から離れたところについてやっていく余地があるのではないかと思う。そのように最大限の努力を再生可能エネルギーに対して払うのは責務であると思うが，一方これにあまり楽観的な態度でいるのも責任ある態度とは言えないので，きちんと原子力発電所の安全度をますます高めていく努力と，火力についてももっと効率の良いものを求めていく努力と，併せて再生可能エネルギーの活用ということが求められている。

そう思うと「水主火従」という水力発電を中心に，火力が従，セカンダリーという時代が続き，それが「火主水従」になり，今度はベース電源を原子力に求め，変動部分を火力なり水力発電でもって，揚水発電で無駄をやらない時代が続いていた。ここを次の時代に，より長い目で見た社会的なサスティナビリティー，皆に容認してもらえるような意味のベストミックスを模索するのにまだまだ数年は必要であろう。これは電源に限らず，どんなインフラでも国民がじっくりと議論を行うことが必要である。

常に今あるものを有効に活用できる道を探ると同時に，そこにあるリスクを常に気にしながらより良いものにしていくという，垂直的に向上していくような精神が必要で，“現状は正しくそれ以上の改善の余地はあり得ないという平たいところに住んでいる二次元の生物”のような発想は駄目で，三次元に生きていくようなことが必要である。

インフラそのものは全体的に種々技術開発をしながらどんどん変化していく，変わっていくのが普通であるというよりも当然であり，変えていくのは責務である。新規につくる場合も維持管理の場合も，これまでと同じことを繰り返すのではなく，技術開発を進めて水平的展開から垂直的展開を図る時代になったといえる。

──いえだ　ひとし　東京大学大学院　工学系研究科・
政策研究大学院大学　教授──

特集>>>　インフラ

行政情報

国土強靱化の基本法と政府における取組み

小田桐　俊　宏

度重なり大規模な災害が生じ，また将来においても発生が想定されている我が国において，国土強靱化は「国家百年の大計」として計画的に取り組むべき重要な政策課題である。平成25年12月に施行された基本法に基づき，脆弱性評価の結果を踏まえ，国土強靱化の指針となる国土強靱化基本計画等を平成26年6月3日に決定した。今後は基本計画等を推進するとともに，国土強靱化地域計画の策定支援や地方公共団体･民間との連携等も進めていくこととしており，国土強靱化はいよいよ本格的な推進段階に入った。本稿では国土強靱化の基本法及び政府における取組みについて紹介する。

キーワード：国土強靱化，基本法，国土強靱化基本計画，脆弱性評価，国土強靱化地域計画

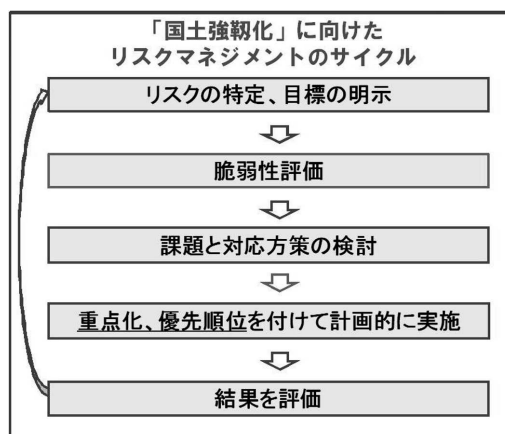
1．国土強靱化の背景と基本的な進め方

我が国では度重なり大規模な災害が生じており，この20年間においても，1995年の阪神・淡路大震災や2011年の東日本大震災など，甚大な被害の発生は決して過去のものとはなっていない。さらに，南海トラフ地震や首都直下地震等については，向こう30年間に相当程度の発生確率が想定されている。

このため，大規模自然災害等への備えについて，予断を持たずに最悪の事態を念頭に置き，いわば「国家百年の大計の国づくり」として平時から計画的に取り組んでいくために，国土強靱化の推進が求められている。

政府では国土強靱化を国家の「リスクマネジメント」と捉え，必要な取組みを抽出し重点化する観点から，**図—1**のようにマネジメントサイクルを構成し，推進していくこととしている。

また，その推進にあたっては，公共事業などのハードの整備のみならず，ソフト施策も組み合わせた総合的な国づくりとして進めていくとともに，地方公共団体や民間事業者等との連携を重視して取り組んでいくこととしている。

あわせて，民間の資金やノウハウを活用することにより，国の限られた財政を有効に活用するほか，民間企業等においても自主的な取組みが進み，総体として我が国の強靱性が高まることを目指している。

図—1　国家のリスクマネジメントとしての国土強靱化のサイクル

2．国土強靱化の基本法について

（1）基本法成立までの経緯

国土強靱化の推進に関する基本的な枠組みを示す「強くしなやかな国民生活の実現を図るための防災・減災等に資する国土強靱化基本法」（以下「基本法」という。）が平成25年12月4日に成立し，12月11日に施行された。

この法律は，いわゆる議員立法として提出されたものであり，自民党及び公明党により提出された「防災・減災等に資する国土強靱化基本法案」をベースとして，国会における審議の過程で一部修正が行われたものである。また，衆議院及び参議院の災害対策特別委員会においてそれぞれ，法の施行に際し実現すべき事項として附帯決議がなされている。

(2) 基本法の内容

(a) 目的及び各主体の責務

国土強靱化とは，基本法では「大規模自然災害等に備えた国土の全域にわたる強靱な国づくり」と規定されている（第１条）。この「大規模自然災害等」とは，「国民生活及び国民経済に甚大な影響を及ぼすおそれがあるもの」であり，具体的な例示はなされていないが，大規模自然災害を中心として様々なものが想定されうるものと考えられる。

また，強靱な国づくりに対し「事前防災及び減災その他迅速な復旧復興並びに国際競争力の向上に資する」と付されていることからも，災害予防の充実とともに，迅速な復旧復興さらには我が国の安全性の向上を通じた国際競争力の向上という幅広い視野を持って，取組みを進めていくことが規定されている。

国土強靱化の推進については，国（第３条），地方公共団体（第４条），事業者及び国民（第５条）について置かれているが，同時に，関係者相互の連携及び協力の規定も設けられており（第６条），「国づくり」として政府のみならず様々な主体の連携した取組みが求められている。

(b) 基本方針・施策の策定及び実施の方針

国土強靱化の推進について，基本法では

1. 人命の保護が最大限図られること
2. 国家及び社会の重要な機能が致命的な障害を受けず維持されること
3. 国民の財産及び公共施設に係る被害を最小化すること
4. 迅速な復旧復興を可能とすること

など，**図—２**の７項目が基本方針として掲げられている（第８条）。

さらに，より具体的な施策の策定及び実施における方針として，**図—３**のように，既存社会資本の有効活用，民間資金の積極的な活用，自然との共生・環境との調和などが盛り込まれている（第９条）。

これらは，基本法成立に先立ち進められてきた政府

基本方針（第8条）

○国土強靱化の推進に向けた方向性を示すもの

①**人命の保護が最大限に図られる**こと。
②**国家及び社会の重要な機能が致命的な障害を受けず、維持され**、我が国の**政治、経済及び社会の活動が持続可能**
なものとなるようにすること。
③**国民の財産及び公共施設**に係る**被害の最小化**に資すること。
④**迅速な復旧復興**に資すること。
⑤**施設等の整備に関しない施策と施設等の整備に関する施策を組み合わせた**国土強靱化を推進するための体制を
早急に整備すること。
⑥取組は、**自助、共助及び公助が適切に組み合わされる**ことにより行われることを基本としつつ、**特に重大性又は
緊急性が高い場合には、国が中核的な役割を果たす**こと。
⑦**財政資金の効率的な使用による施策の持続的な実施**に配慮して、その**重点化**を図ること。

図—２ 基本方針

施策の策定及び実施の方針（第9条）

○国土強靱化を推進するために、施策の策定及び実施に際し従うべき方針を示すもの

①**既存社会資本の有効活用等**により、費用の縮減を図ること
②施設又は設備の**効率的かつ効果的な維持管理**に資すること
③**地域の特性に応じて、自然との共生及び環境との調和に配慮**すること
④**民間の資金**の積極的な活用を図ること
⑤大規模自然災害等に対する**脆弱性の評価**を行うこと
⑥**人命を保護する観点**から、**土地の合理的な利用を促進**すること
⑦**科学的知見に基づく研究開発の推進**及びその**成果の普及**を図ること

図—３ 施策の策定及び実施の方針

における検討においても共有されており，国土強靱化の指針となる国土強靱化基本計画において骨格となるものである。

（c）国土強靱化の計画体系と脆弱性評価

基本法では，政府が作成する国土強靱化基本計画（第10条第1項）と，都道府県・市町村により作成される国土強靱化地域計画（第13条）の2種類の計画が位置づけられており，地域計画は基本計画と調和した内容とするよう規定されている（第14条）。また，基本計画の案の作成に先立ち，国土強靱化の推進を図る上で必要な事項を明らかにするため，脆弱性評価を行うこととされている（第17条第1項）。

①国土強靱化基本計画

基本計画は，閣議で決定される計画として位置づけられており（第10条第3項），その案については，後述する国土強靱化推進本部において作成すること（第17条第1項）とされている。

内容については，「施策の策定に係る基本的な指針」など3項目が規定されており（第10条第2項），「国土強靱化に係る指針となるべきものとして」基本計画を定め（同条第1項），また，国の他の計画は国土強靱化に関してこの基本計画を基本とすること（第11条）が基本法に明記されている。

これらの規定により，基本計画においては原則として個別の事業については記載せず，強靱な国づくりの見地からの指針を示すこととし，国土強靱化に関連する様々な分野においては，これを踏まえ，例えば計画等の見直しなどを行うことにより，各分野での国土強靱化の取組みを推進していくこととなる。

さらに，計画の実施について調整を行うための内閣総理大臣による勧告（第12条）も規定されており，計画の実効性が担保されている。

このように，基本計画が諸計画に対し上位から指針を示す性格については，「アンブレラ計画」とも形容されている。

②脆弱性評価

脆弱性評価については，大規模自然災害等に対し施策が講じられているか等を評価するものであり，「国土の健康診断」とも言えるものであって，基本計画を作成するに当たり前提となる重要な手続きである。

基本法ではその実施にあたり，全閣僚からなる国土強靱化推進本部が実施すること（第17条第1項）としているほか，起きてはならない最悪の事態を想定した上で総合的・客観的に行うこと（同条第3項），結果の検証を受けること（同条第6項）等が規定されている。

③国土強靱化地域計画

地域計画は基本計画と同様に，都道府県・市町村における国土強靱化の指針として基本法上位置づけられている（第13条）。また，基本計画と調和したものとなるよう規定されており，関係者相互の連携及び協力が規定されていることからも，一体となった国土強靱化の推進が求められている。

他方，地域計画に関する具体的な計画事項等については規定が置かれておらず，北海道から沖縄まで様々な地域特性を有する我が国の国土の状況に鑑みれば，強靱な地域づくりに際し重点を置くべき大規模自然災害等については各地域において異なるものと考えられることから，その計画内容については策定主体の創意工夫や主体的な取組みを盛り込みやすい枠組みとなっている。

（d）国土強靱化推進本部

基本法に基づき，総理を本部長，国土強靱化担当大臣，官房長官，国土交通大臣を副本部長とし，他の全ての閣僚を本部員とする国土強靱化推進本部が内閣に設置されている。

この本部は，関係府省庁の協力を得ながら脆弱性評価を実施し，都道府県・市町村等の意見を聴取した上で国土強靱化基本計画の案を策定するなど，国土強靱化に関する司令塔としての役割を果たすこととなる。

（e）国土強靱化に関する理解の増進

基本法においては，基本計画及び脆弱性評価関連の規定のほか，国土強靱化の推進に関する具体的な事項として，国土強靱化に関する国民及び諸外国の理解の増進について規定が設けられている。

①国民の理解の増進

第27条において，広報活動を通じ国民の理解を深めることが規定されている。これは国土強靱化施策の推進は国民の正確な理解の上に成り立つものであること，また国土強靱化が国土全域にわたる「国づくり」であり，国や地方公共団体の取組みのみならず，国民に国土強靱化の考え方が浸透し，主体的な取組みが行われるようになって初めて成し遂げられるものであることから規定されているものと考えられる。

②諸外国の理解の増進

また，第28条においては，国際社会における我が国の利益の増進に資する観点から，我が国の国土の強靱化に対する諸外国の理解を深めることについても規定されている。

これは，世界的にも災害リスクが高いと受けとめられている我が国において，安全な国づくりを進めていることを情報発信し，正確に理解してもらうことによ

り，海外からの投資や経済社会の諸活動，観光客などを呼びこむことが想定されている。さらに，そうした我が国の取組みに関する情報発信の中で，我が国の様々な災害に関する経験を発信することにより，国際貢献等に資する側面もあるものと考えられる。

3．政府における国土強靱化の取組み

(1) 基本法成立に先立つ検討（平成 24 年 12 月～平成 25 年 12 月）

平成 24 年 12 月 26 日に，内閣に初めて国土強靱化担当大臣が設置され，以来，政府では有識者会議としての「ナショナル・レジリエンス（防災・減災）懇談会」の開催など，新しい政策課題として位置づけられた国土強靱化の検討を鋭意進めてきた。

具体的には先述の基本的な進め方における，**図― 1** のマネジメントサイクルに沿う形で検討を進めてきており，まず，平成 25 年 4 月 10 日に「国土強靱化に向けた考え方」と「脆弱性評価の指針」を決定した。これに基づき，5 月にかけて脆弱性評価を試行的・予備的に実施し，5 月 28 日に「国土強靱化推進に向けた当面の対応」をとりまとめた。

また，8 月 8 日には脆弱性評価においてリスクシナリオとして設定した「45 の起こってはならない事態」を回避する施策群（プログラム）の対応方針と，その中でも重点化すべき 15 のプログラムを決定した。

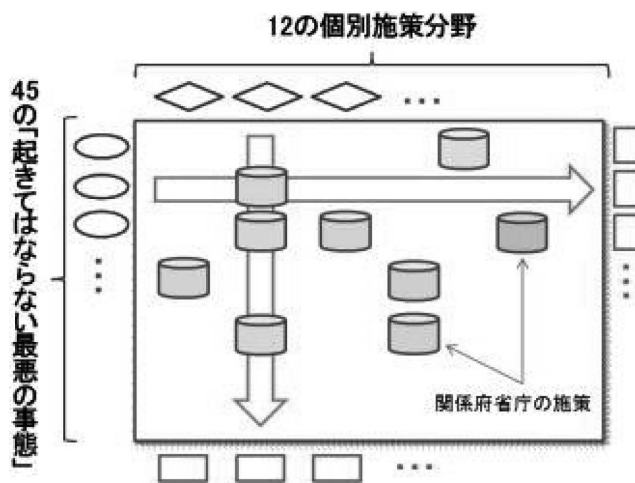
以降，国土強靱化の指針となる「国土強靱化政策大綱」（以下「政策大綱」という。）の検討が行われた。

(2) 基本法に基づく基本計画の検討（平成 25 年 12 月～平成 26 年 6 月）

平成 25 年 12 月の基本法成立・施行以降，直ちに，法的枠組みに基づく基本計画策定に向けた検討が開始された。

まず，基本法に基づき国土強靱化推進本部（以下「本部」という。）が設置されるとともに，それまでの政府における検討の成果であり，基本計画策定の基ともなる「政策大綱」，及び基本計画策定の前提である脆弱性評価の指針となる「大規模自然災害等に対する脆弱性の評価の指針」が 12 月 17 日に本部決定された。

この本部決定された指針に基づき平成 26 年に実施された脆弱性評価では，**図― 4** のように縦横のクロスチェックにより実施している。

具体的には，縦軸に 45 の様々な「起きてはならない最悪の事態」（**図― 5**）を，横軸に「行政機能」をはじめとする 12 の個別施策分野（**図― 6**）を設定し，

図― 4　脆弱性評価の枠組み

その縦横の組み合わせ一つ一つについて，取り組んでいる施策やその進捗を当てはめ，「起きてはならない最悪の事態」に対するプログラムの評価を行った。あわせて，リスク・コミュニケーションなど 3 の横断的分野についても評価を実施した。

平成 25 年に実施した試行的・予備的な脆弱性評価と比較すると，縦横のクロスチェックについては同様の枠組みであるが，施策の進捗を把握するために出来る限り定量的に評価を行っている点，また，KPI（Key Performance Indicator：重要業績指標）を導入することにより，進捗管理も可能となるようにしている点が改良されている。

平成26年4月25日に本部の第2回会合が開催され，大規模自然災害等に対する脆弱性評価の結果がとりまとめられた。

この評価結果，基本計画の素案に関するパブリックコメント，ナショナル・レジリエンス（防災・減災）懇談会（以下「懇談会」という。）における議論等を踏まえて基本計画の案の検討が行われ，「国土強靱化基本計画」として 6 月 3 日に閣議決定された。

また同日に，基本計画で示された指針に基づく取組について PDCA サイクルを回していくツールとしての役割を持つ，KPI 及びその目標値・目標年次を設定した「国土強靱化アクションプラン」も本部決定されている。

(3) 国土強靱化の今後の展開（平成 26 年 6 月～）

今後は，基本計画・アクションプランを踏まえ，関連する国の他の計画の見直し等を進めるとともに，地域計画の策定支援や，民間における取組みの促進等を進めていくこととしている。

特に，地域計画の策定支援については，策定に関す

基本目標	事前に備えるべき目標			起きてはならない最悪の事態
Ⅰ．人命の保護が最大限図られる Ⅱ．国家及び社会の重要な機能が致命的な障害を受けず維持される Ⅲ．国民の財産及び公共施設に係る被害の最小化 Ⅳ．迅速な復旧復興	1	大規模自然災害が発生したときでも人命の保護が最大限図られる	1-1	大都市での建物・交通施設等の複合的・大規模倒壊や住宅密集地における火災による死傷者の発生
			1-2	不特定多数が集まる施設の倒壊・火災
			1-3	広域にわたる大規模津波等による多数の死者の発生
			1-4	異常気象等による広域かつ長期的な市街地等の浸水
			1-5	大規模な火山噴火・土砂災害（深層崩壊）等による多数の死傷者の発生のみならず、後年度にわたり国土の脆弱性が高まる事態
			1-6	情報伝達の不備等による避難行動の遅れ等で多数の死傷者の発生
	2	大規模自然災害発生直後から救助・救急、医療活動等が迅速に行われる（それがなされない場合の必要な対応を含む）	2-1	被災地での食料・飲料水等、生命に関わる物資供給の長期停止
			2-2	多数かつ長期にわたる孤立集落等の同時発生
			2-3	自衛隊、警察、消防、海保等の被災等による救助・救急活動等の絶対的不足
			2-4	救助・救急、医療活動のためのエネルギー供給の長期途絶
			2-5	想定を超える大量かつ長期の帰宅困難者への水・食糧等の供給不足
			2-6	医療施設及び関係者の絶対的不足・被災、支援ルートの途絶による医療機能の麻痺
			2-7	被災地における疫病・感染症等の大規模発生
	3	大規模自然災害発生直後から必要不可欠な行政機能は確保する	3-1	矯正施設からの被収容者の逃亡、被災による現地の警察機能の大幅な低下による治安の悪化
			3-2	信号機の全面停止等による重大交通事故の多発
			3-3	首都圏での中央官庁機能の機能不全
			3-4	地方行政機関の職員・施設等の被災による機能の大幅な低下
	4	大規模自然災害発生直後から必要不可欠な情報通信機能は確保する	4-1	電力供給停止等による情報通信の麻痺・長期停止
			4-2	郵便事業の長期停止による種々の重要な郵便物が送達できない事態
			4-3	テレビ・ラジオ放送の中断等により災害情報が必要な者に伝達できない事態
	5	大規模自然災害発生後であっても、経済活動（サプライチェーンを含む）を機能不全に陥らせない	5-1	サプライチェーンの寸断等による企業の生産力低下による国際競争力の低下
			5-2	社会経済活動、サプライチェーンの維持に必要なエネルギー供給の停止
			5-3	コンビナート・重要な産業施設の損壊、火災、爆発等
			5-4	海上輸送の機能の停止による海外貿易への甚大な影響
			5-5	太平洋ベルト地帯の幹線が分断する等、基幹的陸上海上交通ネットワークの機能停止
			5-6	複数空港の同時被災
			5-7	金融サービス等の機能停止により商取引に甚大な影響が発生する事態
			5-8	食料等の安定供給の停滞
	6	大規模自然災害発生後であっても、生活・経済活動に必要最低限の電気、ガス、上下水道、燃料、交通ネットワーク等を確保するとともに、これらの早期復旧を図る	6-1	電力供給ネットワーク（発変電所、送配電設備）や石油・LP ガスサプライチェーンの機能の停止
			6-2	上水道等の長期間にわたる供給停止
			6-3	汚水処理施設等の長期間にわたる機能停止
			6-4	地域交通ネットワークが分断する事態
			6-5	異常渇水等により用水の供給の途絶
	7	制御不能な二次災害を発生させない	7-1	市街地での大規模火災の発生
			7-2	海上・臨海部の広域複合災害の発生
			7-3	沿線・沿道の建物倒壊による直接的な被害及び交通麻痺
			7-4	ため池、ダム、防災施設、天然ダム等の損壊・機能不全による二次災害の発生
			7-5	有害物質の大規模拡散・流出
			7-6	農地・森林等の荒廃による被害の拡大
			7-7	風評被害等による国家経済等への甚大な影響
	8	大規模自然災害発生後であっても、地域社会・経済が迅速に再建・回復できる条件を整備する	8-1	大量に発生する災害廃棄物の処理の停滞により復旧・復興が大幅に遅れる事態
			8-2	道路啓開等の復旧・復興を担う人材等（専門家、コーディネーター、労働者、地域に精通した技術者等）の不足により復旧・復興が大幅に遅れる事態
			8-3	地域コミュニティの崩壊、治安の悪化等により復旧・復興が大幅に遅れる事態
			8-4	新幹線等の基幹インフラの損壊により復旧・復興が大幅に遅れる事態
			8-5	広域地盤沈下等による広域・長期にわたる浸水被害の発生により復旧・復興が大幅に遅れる事態

※網掛けは、重点化すべきプログラムに係る起きてはならない最悪の事態

図―５　起きてはならない最悪の事態

施策分野一覧

○個別施策分野

1．行政機能／警察・消防等	7．産業構造
2．住宅・都市	8．交通・物流
3．保健医療・福祉	9．農林水産
4．エネルギー	10．国土保全
5．金融	11．環境
6．情報通信	12．土地利用（国土利用）

○横断的分野

1．リスク・コミュニケーション
2．老朽化対策
3．研究開発

図—6 施策分野一覧

るガイドラインを国において作成するなどのサポートを行うとともに，モデルとなる地方公共団体を選定し，専門的知見に基づく助言等を行うことを通じ，地域計画の検討過程等について情報を収集・集約し，その結果をモデル事例として全国で共有する調査を実施することとしている。

また，国や地方公共団体の取組みのみならず，民間の自主的・主体的な取組を促進する観点からの検討や，今般の脆弱性評価において今後の課題とされた，地方公共団体や民間事業者等が独自に行っている取組みを取り込むこと等の検討も深めていく予定である。

なお，国土強靱化推進本部や懇談会における資料や議事概要・議事録，インターネット番組等については内閣官房の国土強靱化 HP から閲覧することが可能であり，こちらもあわせて参照いただきたい。（http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/index.html）

JCMA

［筆者紹介］
小田桐 俊宏（おだぎり としひろ）
内閣官房 国土強靱化推進室
参事官補佐

特集≫≫　インフラ

開放型シールドを採用した道路トンネルの施工実績

URUP 工法

久　田　英　貴

閑静な住宅街に高速道路を建設する「さがみ縦貫川尻トンネル」は，小土被り・近接する地下埋設物・巨礫の発生・地上発進到達・狭隘な空間でのＵターン施工など各種の難条件を克服しなければならなかった。本報では，工事の概要から問題を解決するための方策とその結果について紹介する。

キーワード：シールドトンネル，小土被り，Ｕターン

1．はじめに

圏央道（首都圏中央連絡道路）は，都心から半径およそ 40 km ～ 60 km の位置に計画された首都圏 3 環状道路の一番外側に位置する環状道路で，延長約 300 km の高規格幹線道路である。「さがみ縦貫川尻トンネル」は，圏央道の神奈川県区間の一部路線である，さがみ縦貫道路を形成するトンネルである。

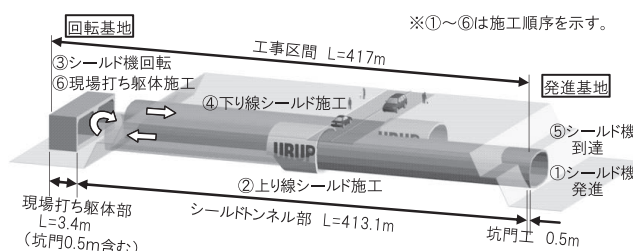
当初設計は，開削工事で計画されていたが，現場施工日数の短縮・工事中の閑静な住宅街である周辺環境や交通道路への影響低減のため，上下線 2 本を併設した小土被りでのシールド工法（URUP 工法（以下「本工法」という））を技術提案し採用された。

本シールド工事は，①国道を含む 10 箇所の交差道路の直下を小土被り（0.6 m ～ 4.8 m）で掘進すること，②トンネル上下に近接した地下埋設物（最小離隔 0.6 m）があること，③シールド掘削対象地盤に，巨礫（φ 600 mm 超）を含む玉石混じりの砂礫層があること，④シールド機は地上発進・地上到達が必要であること，⑤相模川河岸急斜面における狭隘なヤードでシールドＵターン施工を行う必要があること，⑥上下線トンネルの離隔が全線に渡り 200 mm の超近接の併設シールドであること，などの特徴を有する。

本稿では，このような条件下における複合アーチ断面・開放型シールドを採用した本工法の施工計画，施工上の課題と対策および施工実績について報告する。

2．工事概要

本工事では，トンネル全長 417 m のうち現場打ち躯体及び坑門部を除いたシールドトンネル部 413.1m を本工法により，1 台のシールド機を使用し往復施工する。

図—１に施工概要図，**表—１**に工事概要を示す。

図—１　施工概要図

表—１　工事概要

工事名	さがみ縦貫川尻トンネル工事
発注者	国土交通省関東地方整備局
工　期	平成21年3月6日（着工：平成23年5月10日）～平成24年9月11日
工事内容	トンネル延長 L=417m（複線） シールドトンネル：（上り線）L=412.3m（下り線）L=413.6m 現場打ち躯体：L=3.4m（回転基地側） 坑門工：L=0.5m×2箇所
	【シールド】複合アーチ断面（内空幅11.0m×内空高7.08m） 鋼繊維補強高流動コンクリートセグメント 【現場打ち躯体】２連ボックスカルバート （内空幅10.7m×内空高5.7m×延長3.4m）

（1）土質条件

シールド掘削対象地盤の地層構成は，トンネル上半部が自立性の高い安定した関東ローム層（Lm）であり，下半部は支持力の大きい硬質砂礫層（Dg）である。地下水位はトンネル位置よりも低くシールド掘削対象地盤は安定した地盤条件である。また，トンネル下半部の硬質砂礫層には礫径 600 mm 程度の巨礫が点在する。

(2) 施工上の課題

本工事にシールド工法を適用するにあたり，施工上の課題を以下に示す。

①国道を含む10箇所の交差道路直下を小土被り(0.6 m ～ 4.8 m）で掘進する。

②トンネルの上下に近接した地下埋設物（最小離隔 0.6 m）がある。

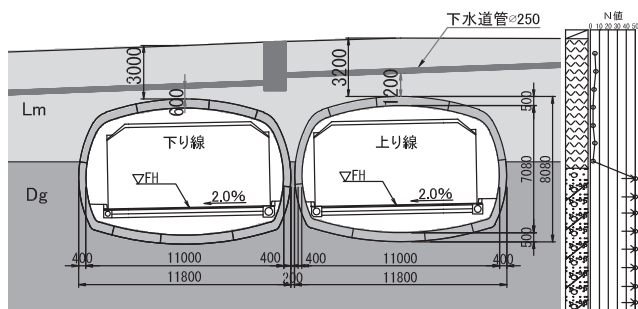
③シールド掘削対象地盤に，巨礫（ϕ 600 mm超）を含む硬質砂礫層がある。

④シールド機は，地上発進・地上到達が必要である。

⑤河岸急斜面上の狭隘なヤードでシールドUターン施工を行う必要がある。

⑥上下線トンネルの離隔が全線に渡り200 mmと超近接併設シールドである。

上記に示すとおり，本工事は，前例のない厳しい条件のシールド工事である。

図—2に国道413号線の横断図を示す。

図—2 横断図（国道413号）

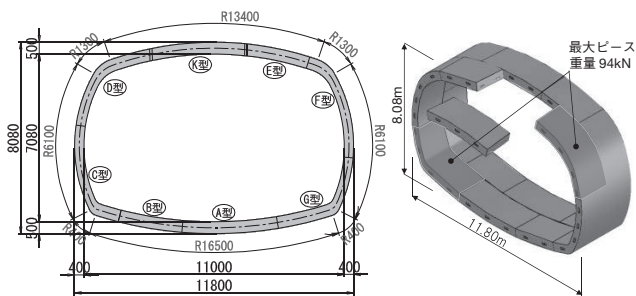
3. 交差道路直下・小土被り・巨礫掘進対策

(1) 複合アーチ断面の採用

本工事の線形計画では，円形断面の場合，トンネル上下にある地下埋設物とトンネルが鉛直方向で支障し，また最小土被り部ではトンネル上部が地表面より突出することとなる。このため，本工事にシールド工法を適用するには，トンネル上下の空間が小さい非円形断面を採用する必要があった。しかしながら非円形断面を採用した場合，建築限界に対しては，矩形断面が内空断面ロスを最小にできるが，セグメント横断方向の曲げモーメントが卓越するため桁高を大きくする必要がある。そこで，合理的な断面形状を検討した結果，アーチ効果により曲げモーメントを抑制しつつ，地下埋設物との離隔を確保できるトンネル頂底部，側部，隅部を曲率の異なるアーチで構成する「複合アーチ断面」を採用し，建築限界に近づけて不要な掘削断面を縮減した。

(a) セグメント構造

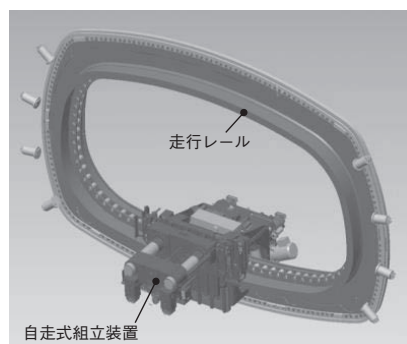
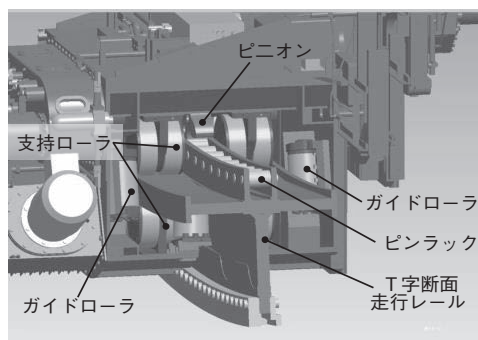
設計段階における地震時の動的応答解析の結果から，複合アーチ断面の隅部に大きな腹圧力が作用する可能性があることと，高い曲げ性能を有する継手が必要になることが分かった。そのため，セグメント本体には，従来のRCセグメントより曲げに有利なSFRC（鋼繊維補強高流動コンクリート）セグメントを採用した。

図—3に複合アーチ断面の概要図を示す。

図—3 複合アーチ断面概要図

(b) セグメント組立装置

本工事で使用する複合アーチセグメントは，1ピースの最大重量が94 kNであり，各分割ピースが特殊な形状である。また，縦と横の扁平率が小さい（0.685 = 8.08 m/11.80 m）ため，既存の矩形用セグメント組立装置の適用が困難であったため，複合アーチ断面に対応できる新たな方式の組立装置を開発した。

この組立装置は，シールド機内に掘削断面と相似形状の走行レールを設置し，そのレール上を自走する組立装置がセグメントを把持し任意の位置へ搬送し組立てを行うものである。走行駆動部は，T字断面形状の走行レールを上下からの支持ローラと左右からのガイドローラで挟み込み，レール上部に取付けたピンラックに走行装置側のピニオンを回転駆動させ噛み合わせる機構とした。

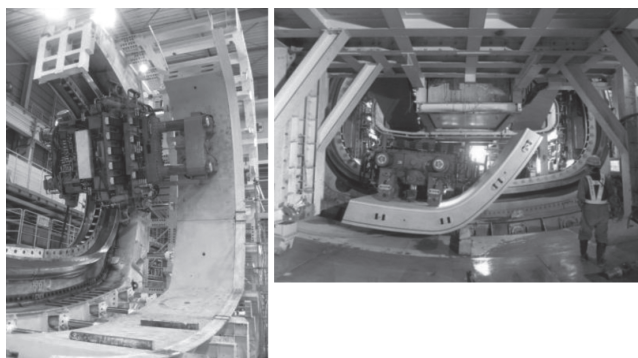
図—4に組立装置概要図と**図—5**に組立装置走行部を示す。

図—4 組立装置概要図

図―5 組立装置走行部

(c) 実証実験と現場施工実績

新たに開発したセグメント組立装置の性能を事前に検証するため，製作工場において実大セグメントによる組立試験を実施した。その結果，セグメント重心と把持位置が大きくずれた最大重量の隅部セグメントについても各動作（走行，昇降，スイング，スライド）とも要求通りの性能を満足していることを確認した。

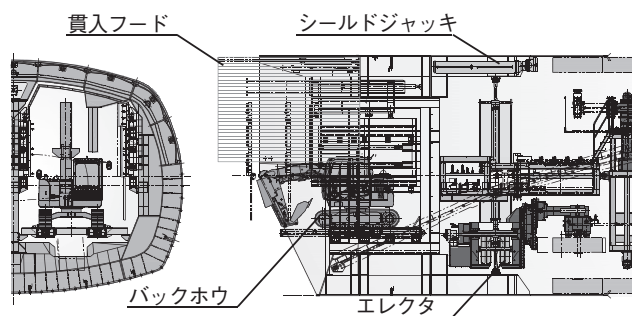
なお，現場施工においても本組立装置の操作性は安定しており，組立時間は70分程度と工場での組立試験結果と同等であった。現場でのセグメント組立状況を示す。

今回の施工実績から，本組立装置は断面形状に応じた走行レールを配置することで，複雑な非円形断面形状に対応することができることが分かった。

写真―1 組立試験状況，**写真―2** 現場組立状況を示す。

写真―1 組立試験状況

写真―2 現場組立状況

(2) シールド機の仕様

シールド掘削対象地盤は，全線にわたりトンネル上半部が自立性の高い安定した関東ローム層（Lm）であり，下半部は，支持力の大きい硬質砂礫層（Dg）である。また，地下水位はトンネル位置よりも低く，安定した地盤条件である。一方，下半部の硬質砂礫層にはϕ 600 mm程度の巨礫があることが想定されたことから，密閉型シールド機では巨礫による排土設備の閉塞や，カッタービットの摩耗および切削性の低下や小土被り施工のため，地表への掘削による振動等の影響が懸念されたため，切羽安定性評価により切羽の安定が確認できたことから巨礫の掘削に対応が容易な開放型シールドを採用した。シールド機の概略を**図―6**に仕様を**表―2**に示す。

図―6 シールド機全体図

表―2 シールド機仕様表

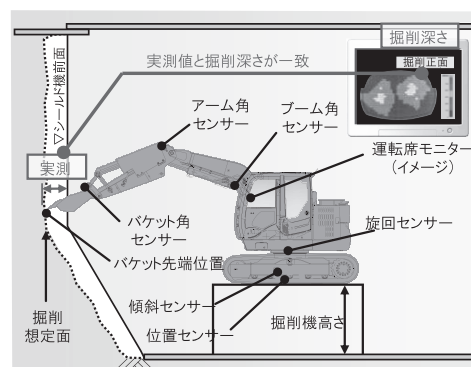
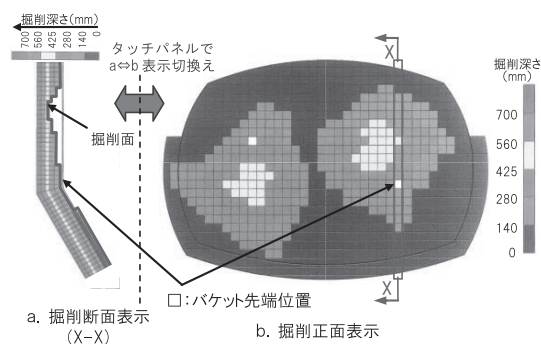
名称	仕様
シールド機寸法	幅11.96m×高さ8.24m×長さ11.95m
シールドジャッキ性能	2,510kN×2,300st×29MPa×20本，6.3cm/min
貫入式フードジャッキ	300kN×1,400st×19.5MPa×9本
エレクタ仕様	モノレールラック式，走行速度10m/min
エレクタ回転取扱重量	9.4t（セグメント1ピース最大）
掘削機構・能力	掘削機(0.4m^3級)×2台・117m^3/hr(2台)
排土機構・能力（シールド機内）	ベルトコンベア(幅750mm)×2台・160m^3/hr(2台)
残土搬送設備・能力（トンネル内）	連続ベルトコンベア(幅610mm)×1系統・166m^3/hr

(3) 地盤変状対策

(a) 上段先行構造と貫入式フード

シールド機の先端部は，切羽の安定のため，シールド機上部を下部より2 m先行させた。さらに地表面への影響を低減させるとともに，掘削時の安定性を向上させるため，シールド機上部に独立して可動できる貫入式フード(9分割, 最大張出し1.4 m)を装備した。

(b) 掘削管理システム

シールド機内のバックホウによる掘削精度を管理するために, 掘削ガイダンスシステムを開発し装備した。本システムは，掘削面全体の位置と奥行き方向の掘削深さをリアルタイムに運転席のモニターに表示する技術である。掘削機の各部に装備したセンサーにより，

図―7 ガイダンスシステム構成図

図―８ 管理画面イメージ図

シールド機と掘削機のバケット先端との相対位置を３次元的に算出し表示することで，オペレーターの感覚に頼らず，掘削深さを数値管理することが可能となる。

図―７，８にシステム構成図と画面を示す。

(4) シールド掘進結果

（a）交差道路の通過

国道413号の交通量は14,000台／日と非常に多く，また水道・ガス・下水・NTTなど合計10本の地下埋設物があり，本シールド工事の交差道路の中で最も重要な幹線道路である。土被りは，3.0 m～3.2 m程度で，最も近接する下水管との離隔は0.6mという条件である。なお，埋設企業者との協議によって定めた変状の管理目標値は，±10 mm以内であった。掘削初期にトライアル掘削区間を設け，貫入フードの貫入長さ，シールド掘削１回あたりの掘削長をパラメーターとして最適な掘削方法を調査し，最も有効であった掘削パターンを用いて掘削を行い，路面変状をトータルステーションによりリアルタイムに監視しながら掘進管理を実施した。また裏込材が近接埋設物に影響を与えないように袋つきのセグメントを採用した。これらの対策による，埋設管に影響を与えることなく，国道413号直下の掘進を上下線とも無事に完了することができた。

（b）巨礫地盤の掘削

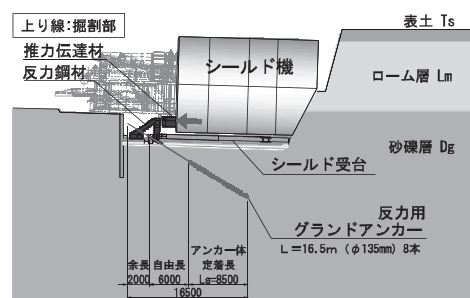
事前の土質調査から，トンネル断面の下半部の硬質砂礫層には礫径600 mm程度の巨礫が点在することが判明していた。しかし，実際には礫径１mを超える巨礫が多数出現した。ベルトコンベアでの搬出が困難な大きさの礫に対しては，バックホウのアタッチメントをバケットからブレーカーに交換し，切羽で巨礫を破砕したのち，シールド機内のベルトコンベアにて搬出した。切羽での掘削機のアタッチメント交換が可能な開放型シールドの利点を活かし１mを超える巨礫地盤に対しても，対応することができた。**写真―３**に破砕用ブレーカーを示す。

写真―３ 巨礫破砕用ブレーカー

4. シールド地上発進・地上到達・Uターン施工

(1) 上り線地上発進

本工事の発進基地は，開削工法による工区と接続する関係から，従来シールド工事のような発進立坑を設けて背面地盤に反力を採ることが出来ない状態での発進（地上発進）であった。発進時のシールド前面は切土された法面であり，シールド機底面の摩擦だけでなく，シールド前面の貫入抵抗や上面および側面の周面摩擦に抵抗するための推力が必要となる。しかしながら，切羽面の土圧がないため小さい推力で発進出来ることから，下部のシールドジャッキのみで推進する計画とした。反力設備は，グラウンドアンカーと反力鋼材を組合せた構造で計画した。

図―９に発進反力計画図を示す。

図―９ 発進反力計画図

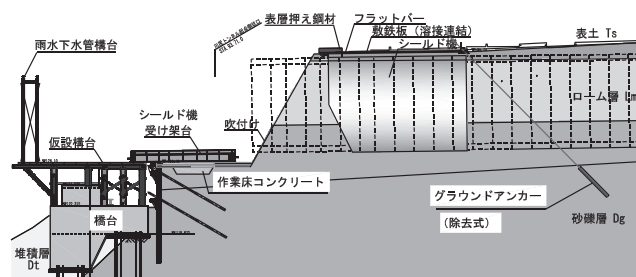
(2) 上り線地上到達

上り線が到達するシールド回転基地は，近接する市道の通行を確保する必要があったため，相模川河岸急傾斜面上の非常に狭隘なヤードに設置することとなった。市道の通行確保による切土範囲の制約から，上り線シールド進行方法左側は河岸急斜面の地山への到達となった。

到達部の土被りは0.6 mと非常に小さいため，シールド掘進に伴う表層地盤の引きずりによる河川急斜面地山側の崩落が懸念された。そこで，敷鉄板，グラウ

ンドアンカーおよび表層押え鋼材による到達防護を行った。

その結果，シールド掘進時に表層地盤の引きずり現象は発生したものの，懸念された河岸急斜面の地山の崩落を防ぎ無事到達することができた。

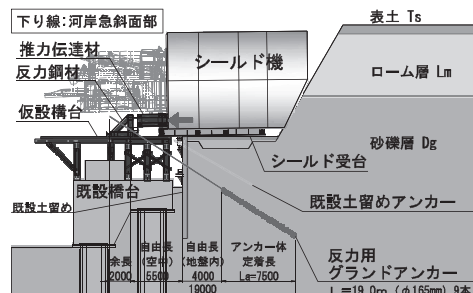
図― 10 に回転ヤードと到達防護計画図を示す。

図― 10　回転ヤード・到達防護計画図

(3) シールド機回転

シールド機の回転は油圧ジャッキにより牽引することとし，作業床コンクリートおよび仮設構台上に摩擦低減を目的とした生分解性グリスを塗布した敷鉄板を設置し，その上にシールド機受台を設置した。回転作業直前の降雪により生分解グリスの効果が弱まったものの，回転時の牽引力を計画した油圧ジャッキ 800 kN × 2 台＝ 1,600 kN の能力以下に抑えて回転させることができた。架台を含むシールド機総重量約 6,000 kN に対し回転作業に要した牽引力は約 800 kN であり，摩擦係数は約 0.13 であった。この結果仮設構台や橋台に影響を与えることなくスムーズに回転作業を行うことができ，移動を含めた回転工の所要日数は，準備期間を除くと 3 日間であった。**写真― 4** に回転状況を示す。

写真― 4　シールド機回転状況

(4) 下り線再発進

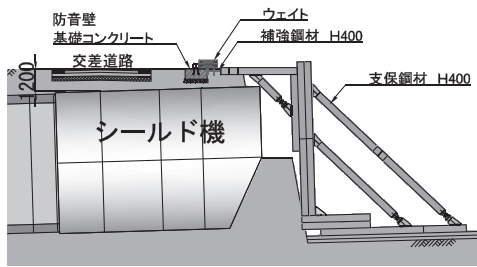
下り線の再発進は，既設橋台上に設置した仮設構台上から行う計画とした。橋台は本設構造物であり，発進時の推進反力を作用させることが許されなかった。そこで，反力鋼材の固定には，前方の既設土留め背面の地盤に設置したグラウンドアンカーのみによる計画とした。また，反力鋼材底面と仮設構台の間に敷鉄板を設置し，アンカーの伸びにより反力鋼材が変位した場合でも，敷鉄板上を反力鋼材が滑ることで仮設構台に水平荷重が伝わらない構造とした。**図― 11** に下り線発進設備計画図を示す。

図― 11　下り線発進設備計画図

(5) 下り線シールド U ターン施工

下り線シールド施工時の残土搬出設備は，発進基地から上り線で使用した連続ベルトコンベアを回転基地仮設構台上にベルトの捻転装置を設置した。この捻転装置は，中継部に動力が不要なため，本工事のような狭隘な回転基地でも連続ベルコンの適用が可能であり，効率のよい残土搬出ができた。また，下り線へのセグメント搬出は，発進基地～上り線坑内～回転基地を経由しフォークリフトによる搬入を行った。これは，地上発進のメリットを活かし，発進基地の地上から直接シールド坑内へ車両の進入が可能であることにより実現できたものである。また，狭隘な回転基地においてもフォークリフトはスムーズな運搬能力を発揮した。

(6) 下り線地上到達

下り線の到達は，土被り 1.2 m の交差道路を通過した直後に切土法面への地上到達となる。このため，交差道路の一般車両の通行を妨げることなくシールド機を到達させることが課題であった。上り線到達直前の掘進時に生じたようなシールド機直上の表層地盤の引きずりを防止するため，到達部抗口にあらかじめ設置した防音壁基礎コンクリートを H 綱で補強するとともに，浮き上がり防止用としてウェイトを載荷した。この結果，土被り 1.2 m の交差道路の通行を妨げることなく下り線も無事に到達させることができた。

図― 12 に到達防護計画図と**写真― 5** に状況写真を示す。

図― 12 下り線到達防護計画図

写真― 5 下り線到達状況

5. おわりに

従来であれば開削工法が適用されていた小土被りトンネルの施工に本工法 URUP 工法を適用することで，厳しい条件を克服し大幅な工期短縮を実現した。また，閑静な住宅地において周辺住民の生活環境への影響を低減し掘削土量の縮減をはじめ，多くの環境負荷低減を実現することができた。

JCMA

[筆者紹介]
久田 英貴（ひさだ ひでき）
㈱大林組
機械部技術第一課
担当課長

特集≫≫　インフラ

大規模舗装切削を伴う高速道路の迂回切替工事

東京外環自動車道（仮称）京葉 JCT 建設に伴う京葉道路の車線切替工事

森　　益基・小暮英雄・斎藤孝志

供用中の高速道路（京葉道路）の地下に外環自動車道の函体を構築するため，京葉道路を迂回させながら開削にて施工を行う工法を採用した。京葉道路は1日あたり13万台が通行する重交通路線であり，京葉道路の車線切替工事にあたっては，交通に与える負荷を最小とすることが求められた。当工事の中でも，曲線部の横断勾配による迂回道路と既設道路の段差（最大1.2 m）を切削する工事については，渋滞を最小限にする為，交通量の少ない夜間の時間帯に3車線のうち2車線を交通規制して工事を実施し，決して作業遅延が許されなかった。

そのため，綿密なタイムテーブルを作成して作業の進捗管理を行い，京葉道路に著しい渋滞を発生させることなく迂回路復旧を終えることができた。

キーワード：外環，京葉道路，切削，迂回，切替，規制

1．はじめに

東京外かく環状道路（通称：外環）は，都心から半径15 kmのエリアを結ぶ3環状9放射ネットワークの一部を構成して，首都圏の交通混雑の緩和や都市間の円滑な交通ネットワークを目的に建設を進めている。そのうち千葉県区間（**図—1**）は12.1 kmのうち9.5 kmが掘割構造で計画されている。京葉道路と交差する（仮称）京葉ジャンクション部においては，**図—2**のように京葉道路の地下に外環の函体を構築するため，京葉道路本線を**写真—1**のように迂回させながら函体の構築を行う開削工法を採用した。京葉道路は1日あたり13万台が通行する重交通路線であり，通行止めをすることなく高速道路（迂回路）の車線切替を行うことが求められた。

図—1　京葉 JCT（仮称）位置図

ここでは，主に迂回道路復旧時の舗装切削工事に焦点を当て，当初の施工計画と実績について報告する。

2．工事の概要

外環と京葉道路の交差部の施工にあたっては，前で述べたように京葉道路を迂回させて外環函体の施工を行った。その施工手順は**図—3**に示すとおり。

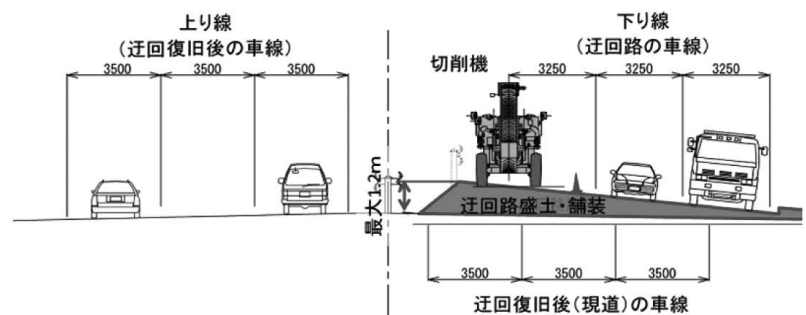
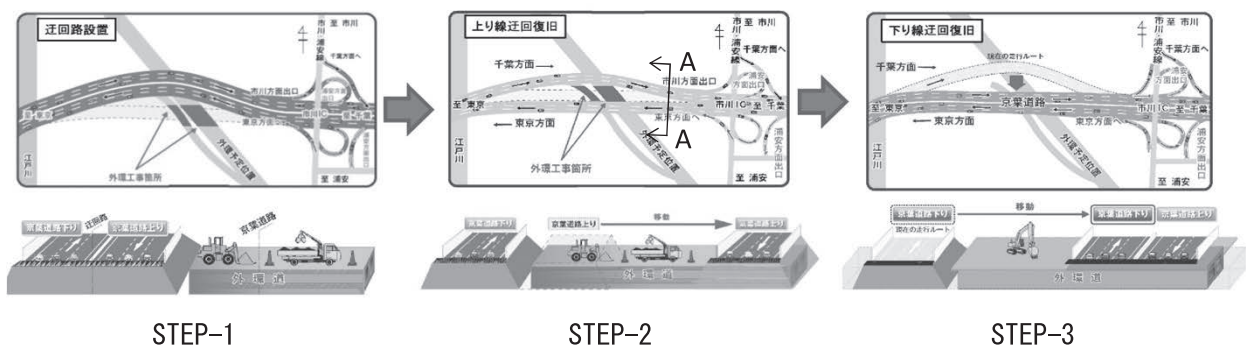
- STEP-1　外環建設用地を利用し京葉道路上下線共に迂回路に切替え，迂回で生じたスペース（当初線形の上り線部）に外環函体を構築する。
- STEP-2　京葉道路の上り線をSTEP-1で構築した外環函体の上に復旧し，上り線復旧で生じたスペース（当初線形の下り線部）に外環函体を構築する。
- STEP-3　京葉道路の下り線をSTEP-2で構築した外環函体の上に復旧する。

迂回させた京葉道路は，当初線形との取り合い部に曲線が入ることになるため，**図—4**に示すように横断勾配が増すことになる。この横断勾配による既設路面との段差は約1 m程度と大きく，迂回路から当初本線に復旧する際には，この段差を削り取らなければならない。この段差の切削状況を**写真—2**に示す。

この舗装切削工事が切替作業のタイムテーブル上のキーポイントとなった。

京葉ジャンクション
概要図
田尻工事
工事起点 NO.131+50
工事終点 NO.141+40
東西線 原木中山駅
主要地方道
市川浦安線
市川IC
Dランプ
（非開削工法）
ハーモニカ工法+アンダーピニング工法
Cランプ
国道298号線
Gランプ
Aランプ
（非開削工法）
泥土圧シールド工法
Hランプ
京葉道路
東京外環自動車道
至 松戸
京葉工事
Eランプ
Dランプ
Bランプ
Fランプ
稲荷木小学校
大和田橋
江戸川

図—２　京葉 JCT 全体パース図

写真—１　京葉道路迂回状況

図—４　下り線迂回復旧時の横断図（A-A 断面）

図—３　京葉道路切替概要図

写真―2　切削作業状況

3. 規制計画

前述した各STEP間の切替作業を進めるには，京葉道路の車線規制作業を避けられない。その為，極力京葉道路の交通に影響を与えないよう，以下のような車線規制計画を立案し実行した。

(1) 車線シフト

車線規制の日数を極力減らすため，路肩幅を縮小するとともに車線幅を3.5 mから3.25 mに縮小する車線シフト（**図―5**）を実施し，中央分離帯側に約2 mの常設作業帯を確保した。その結果，中央分離帯側での作業については昼でも車線規制をかけることなく作業することができ，車線規制の日数を減らすことができた。

(2) 昼夜連続規制

迂回路と現道の取り合い部に生じた段差を切削する工事については，一晩で3車線分の切削をすることはできないため，昼夜連続規制（上り線復旧時：6.5日間，下り線復旧時：2.5日間）をかけて作業を行った。

昼夜連続規制では，交通量の多い昼間も車線を規制していることになるため，道路利用者に昼夜連続規制期間の早出や代替路線（東関東自動車道）・他公共交通機関への迂回をお願いする広報を工事開始2ヶ月前より実施した。広報媒体としては，記者発表・NEXCOホームページ・ドラぷら・ラジオCM・新聞広告・自治体広報誌・ポスター・リーフレット・横断幕・立看板・LED看板等多種に渡り実施した。

これら一連の広報活動により，結果的に上り線で約6%，下り線で約3%京葉道路の交通量減少がみられ，渋滞の緩和に繋がった。また，利用者への周知が進んだこともあり，工事規制に対するご意見（苦情等）も少なかった。

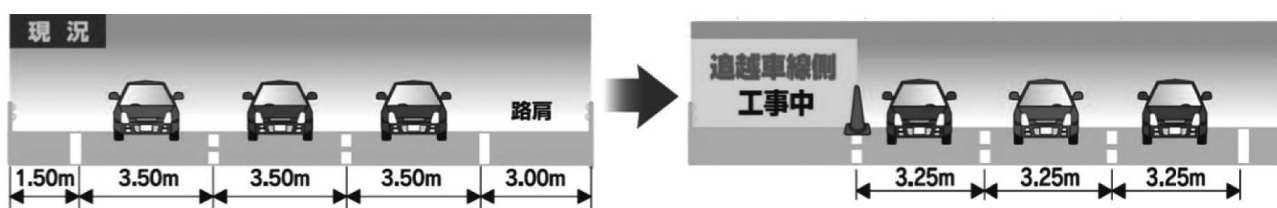
(3) 先頭固定規制

京葉道路本線の車線を切り替える際には，昼夜連続規制で前述の段差部の切削を行い舗装を行った後，一般通行車両が走行する車線を切り替える必要がある。その際，規制帯のテーパー部に並べられたラバーコーンを反対向きに並べ替えるとともに，規制標識の入替えや工事車両の移動を短時間のうちに実施する必要があり，その作業時間（10分程度）だけ一般通行車両が走行していない状態を作り出すため，先頭固定規制を行った。

先頭固定規制とは，複数のパトロールカーを手前のインターチェンジから低速で並走させることにより，一般車両が通り抜けできない状態をつくり（**写真―3**），先頭固定規制前に通過した最後の一般通行車両とパトロールカーの間に走行車両が存在しない空間（低速走行により10分程度）をつくる規制方法である。

写真―3　先頭固定規制状況

4. 切削作業計画

これまで述べてきたとおり，京葉道路の車線切替工事は車線規制を行いながら実施する必要があり，特に段差部の切削作業については，昼夜連続規制等の遅延が大渋滞を引き起こす等，第三者に与える影響の大きな車線規制を伴うため，作業時間の綿密な管理と緊急

図―5　車線シフト概要図

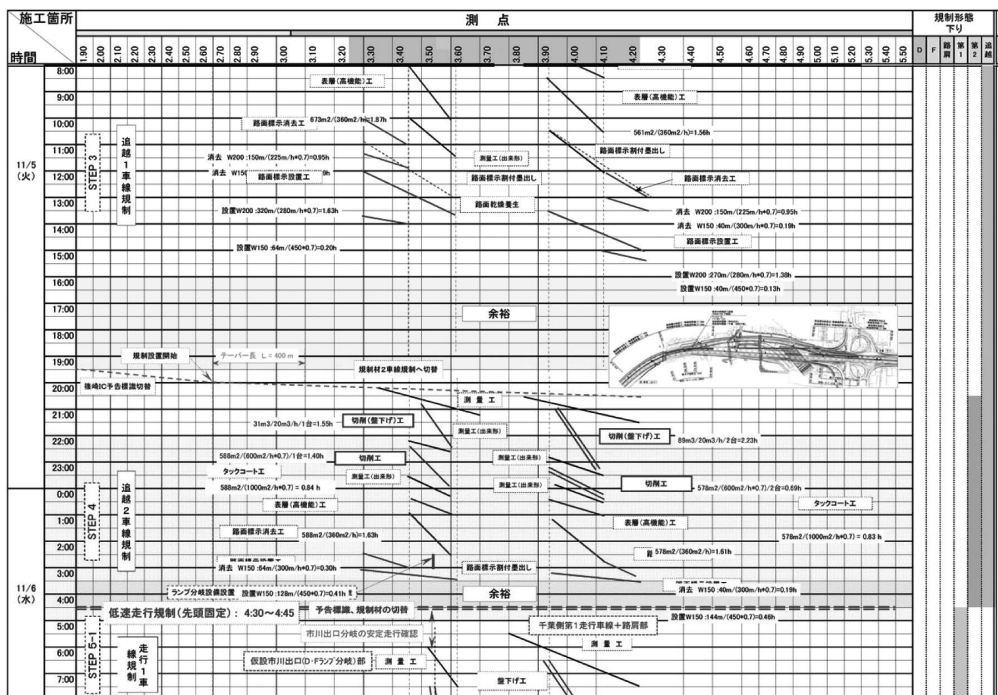
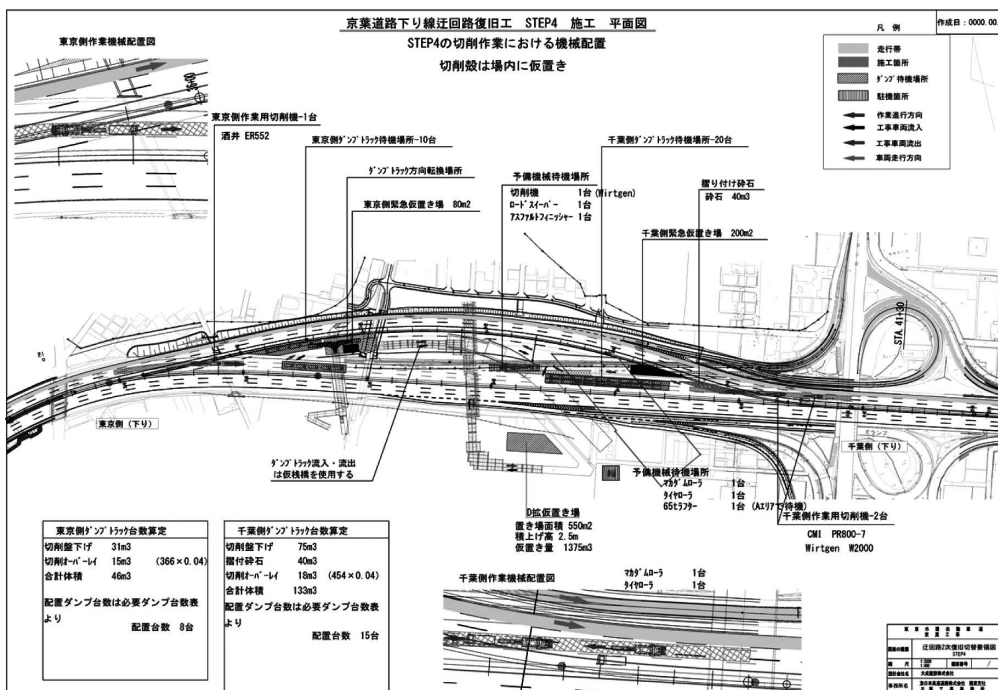
事象発生時のリスク管理を求められた。

(1) タイムテーブルによる進捗管理

規制を伴う切替工事については，切削作業に限らず全ての作業について綿密なタイムテーブルを作成し，このタイムテーブルに基づいて進捗管理を実施した。**図—6**に下り線復旧切替日のタイムテーブルを抜粋して示す。これは，限られた作業時間の中で，複数の作業が干渉して作業ロスが発生しないよう，時間単位の調整をするために半年間かけて作成したものである（全作業でA3サイズ78枚に及ぶ）。

現場では，タイムテーブルの進捗と実績を常に比較しながら，規制の開放時間が遅延しないように進捗管理を行った。

(2) 切削機械の配置計画

迂回復旧の施工にあたっては，現道との摺り付け部の切削が主となるが，切削深さ（最大1.2 m程度）に

図—6 タイムテーブル（下り復旧，11/5～11/6の例）

図—7 切削作業時の機械配置平面図（下り復旧，11/5夜の例）

表― 1　切削機械の能力一覧表

メーカー		CMI	Wirtgen	Wirtgen	SAKAI
機種名		PR800-7	W2000	W2000	ER552F
最大切削幅	（mm）	2,175	2,000	2,000	2,050
最大切削深さ	（mm）	305	320	320	230
出力	（kW）	484	421	421	418
配置場所		千葉側	千葉側	（予備）	東京側

応じ，切削機の能力・性能別に 3 台の切削エリア分けを行った。以下に，下り線復旧時の切削機配置計画を示す（**図― 7**，**表― 1**）。

千葉側：切削深さ，切削量ともに大きいため，一度に最大 30 cm まで切削できる外国製の切削機（CMI PR800-7 × 1 台と Wirtgen W2000 × 1 台）を配置した。

東京側：千葉側に比べ切削深さ，切削量ともに小さいため，日本製の切削機（SAKAI ER552F × 1 台）を配置した。

(3)　リスク管理

切削作業中に緊急の事象が発生し進捗遅延が見られた場合，交通量の少ない時間帯（早朝 4:30 頃）に実施予定だった先頭固定規制の開始時間に影響が出るだけでなく，3 車線中 2 車線を規制した状態が通勤ラッシュ時まで遅延する可能性があり，この場合，京葉道路が大渋滞し社会的に大きな影響を与えることになる。

そこで，以下のような緊急の事象を想定したリスク対策を行った。

(a)　切削機が故障するリスク

切削作業中に切削機が故障し動けなくなった場合を想定し，以下のような対策を行った。

- 自力で動けなくなった切削機を吊上げて移動させることができるよう，65 t ラフタークレーンを待機させた。
- 故障した切削機の代替機として，Wirtgen W2000 を 1 台待機させた。
- 切削機の他にも，舗装機械の代替機としてマカダムローラーとタイヤローラーも待機させた。

(b)　切削廃材運搬車のサイクルタイムが遅延するリスク

切削廃材の受入プラントは現場から約 26 km 離れているため，単純に運搬時間のサイクルタイムが長くなるだけでなく，運搬経路の途中で渋滞に巻き込まれるなど，交通状況等により，更に遅延するリスクがある。また，プラントにて荷卸しする時間が，他現場からの受入車両と重なると，荷卸し待ちで遅延するリスクもある。このように，切削廃材の受入プラントに直接搬出する場合，サイクルタイムが遅延するリスクが

表― 2　切削進捗管理表（下り復旧，11/5 夜の例）

STEP4(千葉側)　切削概算重量219t　ﾀﾞﾝﾌﾟ台数27台(8.2t/台換算)　切削機2台稼働
切削余裕時間(50分)

No.	予定時間	実施時間	累計概算搬出重量	備　考	No.	予定時間	実施時間	累計概算搬出重量	備　考	No.	予定時間	実施時間	累計概算搬出重量	備　考
1	21:00		8.2	21:00	41					81				
2	21:03		16.4		42					82				
3	21:06		24.6		43					83				
4	21:09		32.8		44					84				
5	21:12		41		45					85				
6	21:15		49.2		46					86				
7	21:19		57.4		47					87				
8	21:22		65.6		48					88				
9	21:25		73.8		49					89				
10	21:28		82	21:47	50					90				
11	21:31		90.2		51					91				
12	21:34		98.4		52					92				
13	21:38		106.6		53					93				
14	21:41		114.8		54					94				
15	21:44		123		55					95				
16	21:47		131.2		56					96				
17	21:50		139.4		57					97				
18	21:53		147.6		58					98				
19	21:57		155.8		59					99				
20	22:00		164	22:41	60					100				
21	22:03		172.2		61					101				
22	22:06		180.4		62					102				
23	22:09		188.6		63					103				
24	22:12		196.8		64					104				
25	22:16		205		65					105				
26	22:19		213.2		66					106				
27	22:22		221.4	23:12	67					107				
28					68					108				
29					69					109				
30					70					110				
31					71					111				
32					72					112				
33					73					113				
34					74					114				
35					75					115				
36					76					116				
37					77					117				
38					78					118				
39					79					119				
40					80					120				

切削工　概算重量43t　切削機2台
切削余裕時間(39分)

No.	予定時間	実施時間	累計概算搬出重量	備　考
1	23:15		8.2	23:15
2	23:19		16.4	
3	23:23		24.6	
4	23:28		32.8	
5	23:32		41	
6	23:36		49.2	0:15
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				

高くなる。

そこで，このようなリスクを回避するため，現場内に切削廃材を仮置きするスペースを確保し，当夜の作業で発生する切削ガラについては，全て場内に仮置きすることとした。また，切削工程の進捗状況をタイムリーに把握する為，切削能力から切削廃材搬出車両一台毎のタイムスケジュール（**表— 2**）を作成し，厳密な進捗管理を行った。

5. おわりに

今回の工事は，外環（仮称）京葉ジャンクション建設のため，重交通路線である京葉道路を通行止めにすることなく迂回路への車線切替を行い，外環函体築造に合わせて迂回道路復旧を行ったものである。

工事にあたっては，京葉道路の車線規制を最小限に抑えた規制計画・工事計画を策定し，大規模な切削を伴う京葉道路の切替作業を限られた時間内に行うため，最適な施工体制・機械編成を整え，綿密なタイムスケジュール管理の上，作業を実施した。

その結果，大規模な交通渋滞および規制に伴う交通事故を発生させることなく，計画通り迂回復旧を完了することができ，重交通路線の大規模な切替工事についてノウハウを蓄積することができた。

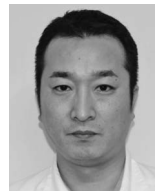
JCMA

［筆者紹介］

森　益基（もり　ますき）
大成建設㈱
千葉支店　外環自動車道田尻作業所
副所長，監理技術者

小暮　英雄（こぐれ　ひでお）
東日本高速道路㈱
関東支社　千葉工事事務所
工事長

斎藤　孝志（さいとう　たかし）
東日本高速道路㈱
関東支社　千葉工事事務所
係長

特集>>>　インフラ

山岳トンネルにおける全断面機械掘削工法による変位抑制と新技術を用いた施工環境改善の取組
中部横断自動車道八之尻トンネル

真下義章・前田全規

中部横断自動車道八之尻トンネルでは，国内初の本格的実績となる大型自由断面掘削機を用いた全断面掘削工法により閉合距離を短縮し，軟弱地山における変位抑制を図っている。本稿では機械掘削による全断面掘削工法の概要に加え，新換気システムの開発による坑内作業環境の改善や，新たな省エネルギー技術を用いた地球環境負荷低減の取組について報告するものである。

キーワード：全断面掘削工法，自由断面掘削機，早期閉合，換気システム，バイオディーゼル

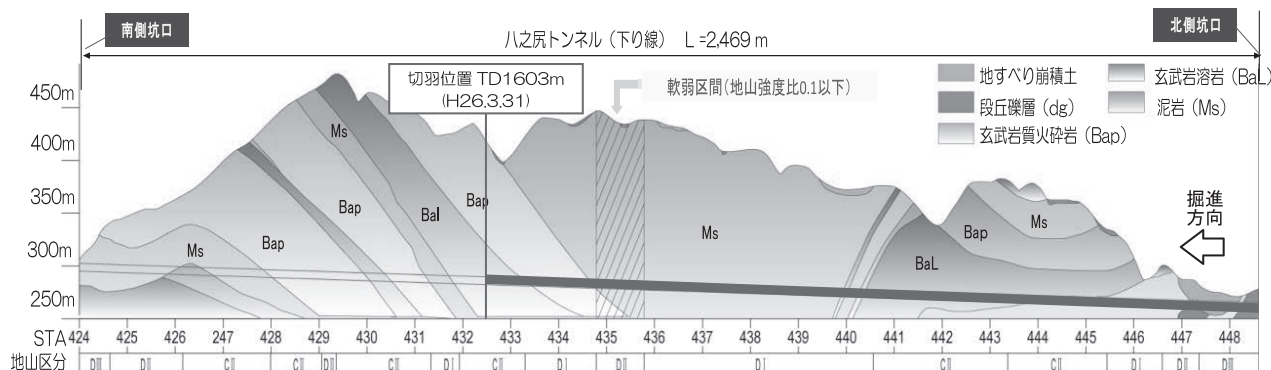
1. はじめに

機械掘削によるトンネルの掘削工法としては上半先進工法が標準的に採用されている。しかし，軟弱地山等においては閉合時期の遅れにより過大なトンネル変位の発生が懸念される。その結果，変位抑制対策工や縫返し等に多大なコストが必要になるケースも発生している。そこで，中部横断自動車道・八之尻トンネル工事では大型自由断面掘削機を用いた全断面掘削工法を採用し閉合距離短縮による変位抑制を試みた。

また，大型自由断面掘削機の採用により掘削時に多量の掘削粉じんの発生が予想されるが，従来の換気方式では集じん機より前方（切羽より50 m以内）の作業エリアにて作業員が大量の粉じんに曝露されることや集じん機による捕集率の改善が課題であった。この対策として，効率的に切羽直近で粉じんを回収する送気・吸引捕集式に基づく新換気システムを開発し，採用した。加えて現場で採用した地球環境負荷低減技術についても併せて報告する。

2. 工事概要

中部横断自動車道（静岡・山梨区間）は，新東名・新清水JCTから中央道・双葉JCTに至る延長74 kmの高速道路である。八之尻トンネルは，増穂IC～六

図―1　八之尻トンネル位置図

図―2　八之尻トンネル地質縦断図

郷 IC 間に位置する延長 2,469 m，内空断面積 71.3 m^2 の 2 車線道路トンネルである（**図— 1**）。

八之尻トンネル工事の概要を以下に示す。またトンネルの地質縦断図と H26.3.31 現在の切羽位置を**図— 2** に示す。

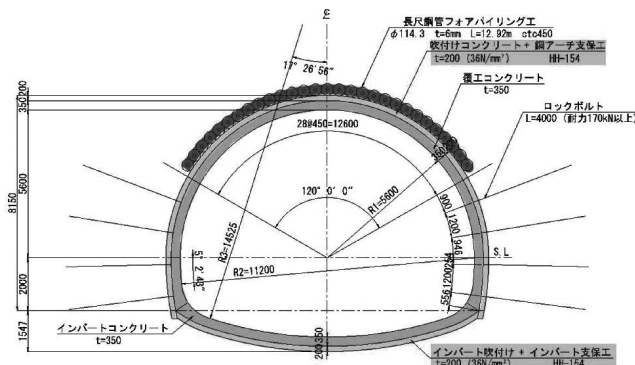
■工事名：中部横断自動車道　八之尻トンネル工事
■工期：平成 21 年 12 月 15 日～平成 27 年 1 月 17 日
■発注者：中日本高速道路㈱東京支社
■施工者：清水建設㈱・岩田地崎建設㈱共同企業体
■掘削断面：標準部 82 m^2，非常駐車帯部 104 m^2
■工事延長：総延長　3,430 m（トンネル区間 2,469 m，土工区間 961 m）

本トンネルの地質は軟弱な泥岩が主体となっている。中でもトンネル中央部の区間では地山強度比＜0.1 の超軟弱区間となっている。また，坑口部分には大規模な地滑り崩積土地帯が存在するため施工時の変位抑制とともに地滑りに対する影響を考慮した施工が求められていた。一方，泥岩の前後に分布する玄武岩溶岩は軟岩～中硬岩に区分され，トンネルの安定性は良好であると判断された。

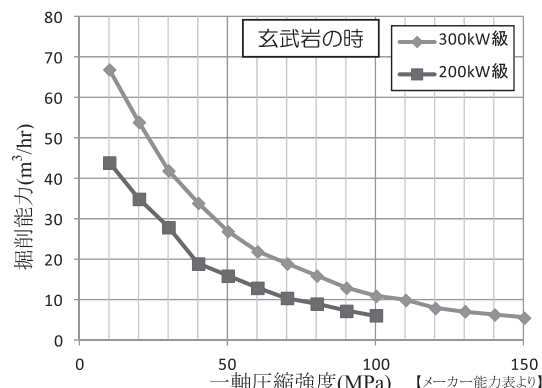
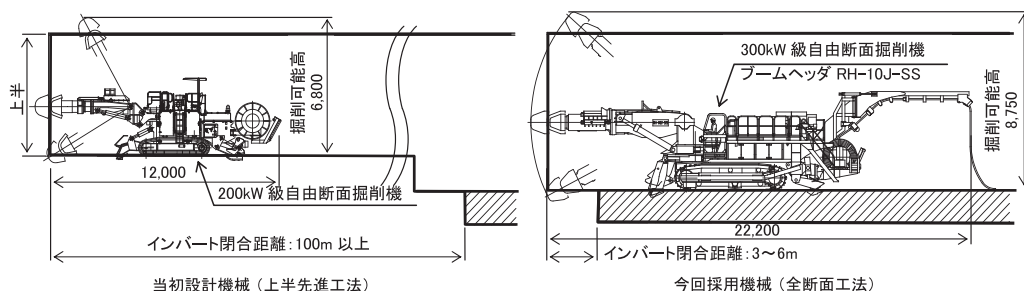
3. 大型自由断面掘削機による全断面掘削工法

（1）早期閉合による変位抑制

本工事では前述の地質状況より，軟弱地山での変位抑制が最大の課題であった。しかし，当初は標準工法である 200 kW 級掘削機を用いた上半先進工法で計画されていたため最終閉合距離が切羽から 100 m 以上後方となり内空変位の収束の遅れが懸念された。このため，大型自由断面掘削機（ブームヘッダ RH-10J-SS）を用いた全断面掘削工法を採用し（**図— 3**），トンネル支保の全断面早期閉合（**図— 4**）による変位抑制を試みた。採用した掘削機の諸元を**表— 1** に，掘削能力を**図— 5** に示す。

インバート部の施工は当初は切羽より 9 m 離れた時点で 3 m 分（切羽より 6 m まで）行ったが，その後にさらに閉合距離を縮めて 6 m 離れた時点で 3 m

図— 4　早期閉合支保パターン（D Ⅲ c-2-K）

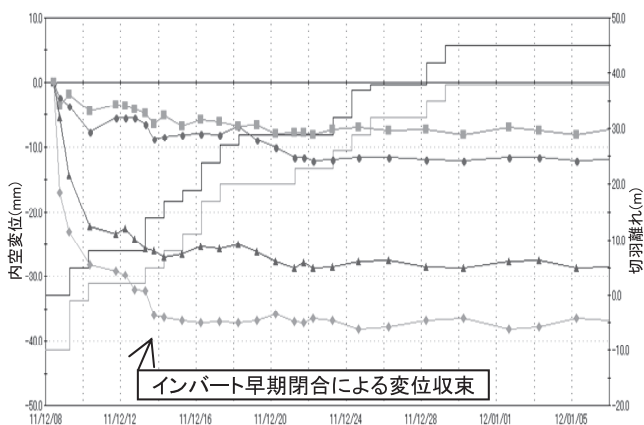
表— 1　ブームヘッダ（RH10J-SS）仕様

機体寸法		高さ 4.9 m × 幅 4.2 m × 長さ 22.2 m
切削寸法		高さ 8.75 m × 幅 9.5 m
機体質量		120 t
切削部	電動機	330 kW × 4 P × 400 V
	回転数	50/29min^{-1}（50 Hz）
	カッターヘッド径	φ 1,120 mm
	伸縮ストローク	850 mm
	カッター押付力	343 kN
	ビット個数	50 ヶ
	ビット仕様	ラウンド型 直径：φ 110 mm
	チップ仕様	材質：E5　直径：φ 38 mm

図— 5　掘削能力比較

図— 3　自由断面掘削機および掘削工法比較

分（切羽より3mまで）とした。今回施工した全断面掘削状況を**写真―1**に，インバート部の早期閉合状況を**写真―2**に示す。

坑口部の地滑り崩積土地帯における内空変位計測結果を**図―6**に示す。この結果より，全断面掘削直後は初期変位速度が23 mm/日を示すが，インバート部の早期閉合を行った後に変位が急速に収束する傾向を示した。これにより早期閉合による変位収束効果が確認できた。

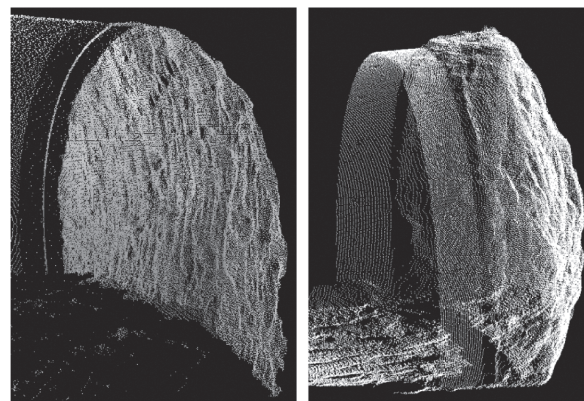
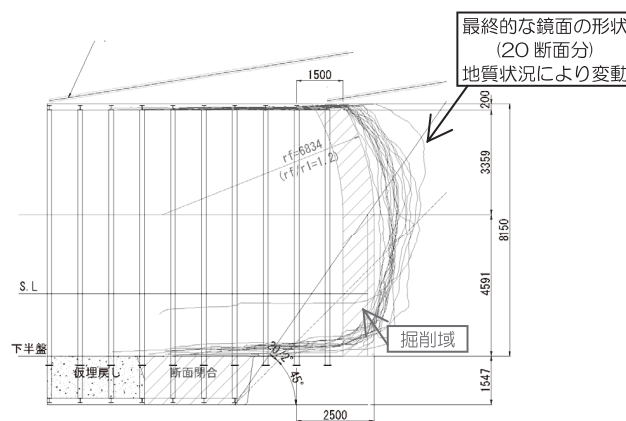
写真―1　大型自由断面掘削機による掘削状況

写真―2　早期閉合状況

図―6　内空変位計測結果

(2) 曲面切羽による鏡面安定化対策

全断面掘削は早期閉合の効果の反面，上半先進工法よりも加背が大きくなり，切羽高さが増加するため，鏡面の安定性が低下して切羽崩壊が発生しやすくなる。そこで，鏡面の安定化対策として鏡面の形状をドーム状に掘削する曲面（球面）切羽を採用した。これは，切羽前方にドーム状のグランドアーチが形成され，その内側部の地山は切羽の安定には寄与せずに掘削の影響により崩落を起こしやすいことに着目し，切羽を曲面形状に掘削することで不安定部を取り除き，切羽崩落のリスクを低減する効果を得るものである。

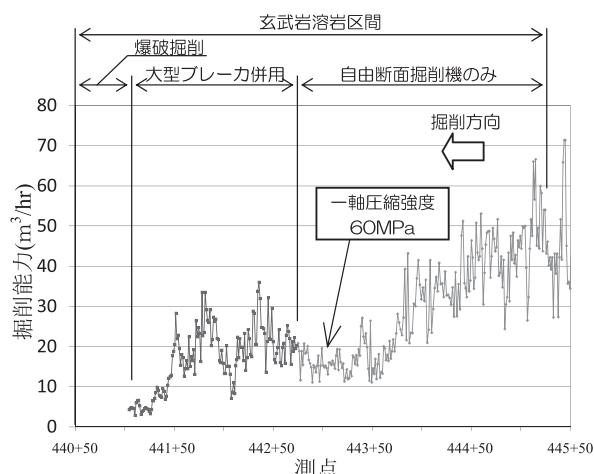
曲面切羽の形状を評価するために3Dスキャナを用いた三次元計測を行い切羽の地質性状に応じた鏡面の適切な安定形状を確認した（**図―7**）。当計測は専用の機器を使いノンプリズムで切羽形状の点群座標を記録するものである。据付から計測終了まで数分程度の間に数万～数十万点の点群を計測できるため，掘削作業の支障にならないほか，計測のために崩落の危険がある切羽に立ち入る必要が無いことが大きな利点である。

図―8は坑口地すべり崩積土区間の曲面切羽形状（縦断形状）を20断面分重ね合わせたものである。図

図―7　三次元計測結果

図―8　曲面切羽掘削後の最終安定形状

より曲面切羽の効果的な形状（曲率）は地質状況によってバラつくことが判明した。この区間では，曲面切羽の効果により当初設計であった鏡ボルト等の補助工法を用いることなく鏡面の安定性が確保できた。

（3）中硬岩における掘削効率

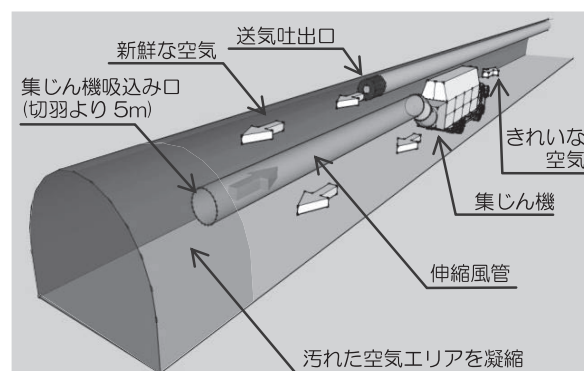
TD491 m ～ 879 m 区間では，一軸圧縮強度 50 MPa 以上の玄武岩溶岩が出現した。300 kW 級大型自由断面掘削機による当該区間の掘削能力実績を図― 9 に示す。当初は平均 40 ～ 50 m^3/hr の掘削能力が確保されていたが，徐々に能力が低下し 433+00 付近では一軸圧縮強度 60 MPa 程度の地山に対して 15 m^3/hr 程度の掘削能力となった。その後，3 t 級大型ブレーカを併用して掘削能力の改善を図ったが 441+00 付近では 5 m^3/hr 程度まで低下したため，その後の 50 m 区間は発破掘削により施工を行った。

本トンネルで得られたデータは中硬岩地山における自由断面掘削機の適用性に対し貴重な実績として活用されることが期待できる。

図― 9　実掘削能力（玄武岩溶岩区間）

4．新技術を用いた施工環境の改善

（1）新換気システムによる粉じん対策

本工事では大型自由断面掘削機による掘削粉じんに対し図― 10 の換気システムを新規開発し，実証試験を実施した。開発の目標は掘削オペレータの作業位置（切羽から 10 m 地点）における粉じん濃度を 3 mg/m^3 以下とした。

切羽で発生した大量の掘削粉じんに対し目標を達成するためには，切羽直近に良質で強固なエアカーテンを形成し，発生粉じんを希釈することなく封じ込めることが有効であると考え，エアカーテンの形成に必要な要素，管理項目を定量的に把握することを目的とし

図― 10　新換気システムレイアウト図

た模擬粉じんによる現場実証試験を行った。模擬粉じんは実際にトンネルで回収した粉じんを圧縮空気にて拡散させることで 100 mg/m^3 以上の粉じん環境を再現したものである。実証試験では各地点（切羽から 0 m，10 m，30 m，50 m，100 m）での空気の流れと粉じん濃度を測定し，以下の知見を得た。

- ・エアカーテンの形成には空気の流れが整流になることが必要である。
- ・空気の流れが整流になるためには，80 m^2 程度のトンネル断面では送気吐出口と集じん機吸込み口間の離れを 80 m 以上確保する必要がある。
- ・送気量と排気量の量的バランスがエアカーテン形成に与える影響は小さい。

また，送気吐出口と集じん機吸込み口間の離れが 80 m 以下の場合には送気風管先端から吐出する空気の流れの勢いが強く切羽で発生する粉じんを拡散させ，エアカーテンの形成を阻害する現象が問題となった。そこで本システムでは，この送気流の勢いを適切に減衰させ，切羽への送気の流れが均一にトンネル断面全体に行き渡るようにし，粉じんの拡散を抑えるために特殊噴出ダクト（写真― 3）を開発した。この特殊噴出ダクトは側面に多数の穴が開いており先端は開口の面積を絞っているため送気はこの穴からトンネルの軸方向とは直角に吐出される仕組みである。

現場実証試験では，送気吐出口と集じん機吸込み口

写真― 3　特殊噴出ダクト

間の離れが 80 m 以下の場合においても特殊噴出ダクトを装備することで空気の流れが整流され良質なエアカーテンの形成が確認できた。

実験結果を基に本現場にて新換気システムを使用して機械掘削時の粉じん濃度測定を行い以下の結果を得た（測定条件：送気風量＝ 1,000 m^3/min，吸込み風量＝ 2,000 m^3/min，送気口・吸込み口距離＝ 80 m）。

・切羽掘削に伴う発生粉じんは切羽より 5 m 地点で 145 mg/m^3 であった。

・切羽から 10 m 地点の掘削オペレータの位置では 0.2 ～ 2.4 mg/m^3 であった。

これより実掘削時においても本システムの有効性が実証できた。実掘削時の粉じんの封じ込め状況を**写真― 4** に示す。

写真― 4　実掘削時の粉じん封じ込め状況

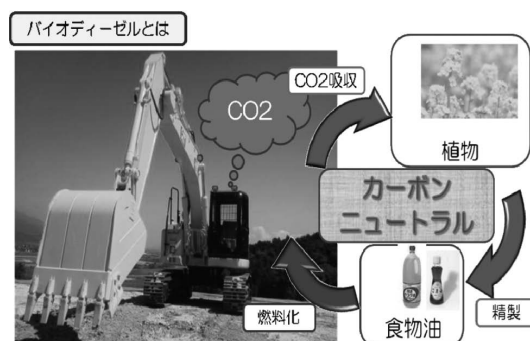
(2) 地球環境負荷低減設備

その他，当現場では地球環境負荷の低減を目指して様々な取り組みを行っている（**表― 2**）。以下ではこの取り組みの中からバイオディーゼルとスマートサイトシステムの活用について報告する。

表― 2　地球環境負荷低減の取組

項目		概要
省エネルギー	LED 照明	坑内の照明を水銀灯から LED 照明に変更し 88％の電力削減
	インバータ送風機	高効率のインバータ式送風機により 65％の電力削減
	集じん機自動運転	集じん機をダストセンサーにより自動運転し 40％の電力削減
	スマートサイトシステム	各機器のエネルギー利用状態の一括管理でムダを省く
	ハイブリッドバックホウ	旋回時ブレーキの回生エネルギーを利用して燃料消費を削減
再生エネルギー	バイオディーゼル	廃植物油からリサイクルした燃料を使用したカーボンニュートラルにより CO_2 削減

(a) バイオディーゼル

当現場では一部の重機，車両の燃料に軽油ではなく廃棄天ぷら油をリサイクルして精製したバイオディーゼルを使用している。バイオディーゼルは大気中の CO_2 を吸収した植物の油から作られているため，使用しても大気中の CO_2 総量は増加しないカーボンニュートラルの概念が適用されるクリーンなエネルギーとして注目されている（**図― 11**）。

図― 11　バイオディーゼルによるカーボンニュートラルの概念

図― 12　バイオディーゼル精製の流れ

本工事では平成 26 年 3 月末現在で 38,950 L のバイオディーゼルを使用しており，これによる CO_2 の削減量は，杉の木（50 年生）が 1 年間に吸収する 7,233 本／年に相当する。また，バイオディーゼルの精製に当たっては，地元の社会福祉施設に精製機を貸与して，油の回収，精製，運搬業務を委託しており，障害者自立支援の一助となる社会貢献活動の一環としての側面も持ち合わせる（**図― 12**）。

(b) スマートサイトシステム

当現場では省エネ技術の統合管理を可能とするスマートサイトシステムを導入してエネルギーの管理を行っている。**図― 13** に概念図を示す。掘削機械や送風機，照明，連続ベルコン，集じん機などの電力設備に取り付けた電力計から現場の LAN を介して電力使用状況を一括管理し，ムダを見つけて省エネルギーに向けたアクションを起こすことによって電力削減によ

図― 13 スマートサイトシステム概念図

る環境負荷低減に努めている。これまでにスマートサイトシステムの効果により削減された電力量は合計で172,800 kWh となりこれによる CO_2 の削減量は，杉の木（50 年生）が 1 年間に吸収する 4,184 本／年に相当する。

5. おわりに

当現場では大型自由断面掘削機を用いた機械掘削による全断面工法を採用し，坑口部地滑り崩積土地帯，中硬岩に区分される玄武岩溶岩，軟弱泥岩層等を対象に TD1,600 m まで掘削を進めてきた。途中，L = 50 m の発破掘削区間を除き当工法の有効性が確認できたと考えている。残すところ 1/3 となったが，貫通に向けて鋭意掘削を進め新たな実績を重ねていく所存である。また，施工環境改善技術についても他現場への展開を含めて環境技術の普及に貢献したいと考える。

JCMA

《参 考 文 献》

1) 佐藤淳・細野泰生・楠本太，D Ⅱ地山における切羽の安定形状，土木学会第 67 回年次学術講演会，第Ⅵ部門，2012.
2) 佐藤淳・細野泰生・真下義章・木村厚之，曲面切羽で低強度地山の全断面掘削に挑戦，トンネルと地下，vol.43 no.7，p13，2012.
3) 今田徹，変化するトンネル技術 NATM 後の動向，JICE REPORT，vol.14 /8，p74，2012.
4) 垣見康介，高耐力支保による早期閉合で押出し性地山に挑む，トンネルと地下，vol.41 no.1，p15，2010.
5) 前田全規・真下義章・田中誠・酒井健二，トンネル換気システム改善への取組，土木学会土木建設技術発表会 2013，2013.

［筆者紹介］
真下 義章（ましも よしあき）
清水建設㈱
関東支店 土木部
工事長

前田 全規（まえだ まさき）
清水建設㈱
土木技術本部 機械技術部
技師

特集≫≫　インフラ

高水圧下で曲線パイプルーフを利用した地下接続工（U ターン路）の同時施工

中　野　正　晴

首都高速中央環状品川線のうち，東京都建設局発注の中央環状品川線シールドトンネル工事―2では，約8 km の長距離シールドの掘進工事に並行して，道路床版，U ターン路，横連絡坑を同時施工することで全体工期の短縮を実現した。大深度，高水圧の条件下における U ターン路や横連絡坑の施工を実現するための方策について報告する。

キーワード：大深度，高水圧，同時施工，接続工，曲線パイプルーフ

1. はじめに

首都高速中央環状品川線は，全長約 47 km の中央環状線の南側部分を形成する路線であり，このうち東京都建設局発注の「中央環状品川線シールドトンネル工事―2」は，品川区八潮に位置する大井北立坑を発進基地として，泥土圧シールド工法により延長約 8 km の道路トンネル（大井ジャンクション方向）を 1 台のマシンでシールド掘進を行い，このトンネル内で道路床版，U ターン路，横連絡坑を構築するものである。全体図を**図―1**に，主な工事内容，数量を次に示す。

・トンネル外径：φ 12 300 mm（セグメント外径）
・トンネル延長：L ＝ 7 995 m
・工事数量：シールド延長 7 995 m，道路床版 55 581 m^2，横連絡坑 11 箇所，U ターン路 3 箇所

本工事では，月進 500 m 以上の高速施工を行うシールド掘進と道路床版の施工に並行して，地下－40 m ～－50 m の高水圧条件下において，11 箇所の横連絡坑と 3 箇所の U ターン路を施工した。本稿では，この同時施工を実現するための工夫や取り組み，完成構造物としての品質，機能を確保するための防水構造などについて紹介する。

2. 接続工の概要

本工事の接続工は，供用時に人が避難するための横連絡工と，緊急時に車両の転回路となる U ターン路の 2 種類ある。品川線トンネル全線では横連絡工が 24 箇所，U ターン路が 5 箇所となっている。そのうち当工事で施工するのは横連絡坑が 11 箇所，U ターン路が 3 箇所であり，トンネル全長約 8 km のうち坑口側から 4 km の範囲である。

シールド掘進ならびに道路床版を施工するための資機材搬入路を確保しながら，接続工を実施しなければならず，施工はトンネル断面のうち半分のみを利用しての施工となった。

図―1　品川線路線平面図（全体概要図）

(1) 横連絡坑の概要

横連絡坑 11 箇所の施工場所は，目黒川または山手通りの直下 GL-40.0 m～GL-50.9 m に位置し，いずれの地盤も N 値 50 以上の固結粘性土層（K c 層）に砂層（Ks 層）が介在する土層であるため，大深度，高水圧下における出水リスクへの対応が必要であった。

本工事では，横連絡坑の躯体構造をボルト組立式の矩形鋼殻構造とし，これを推進工法により構築する施工方法を採用した。推進方法は坑内搬入路を確保するため，センターホールジャッキによる牽引方式とした。掘削前面が開放される刃口推進を安定的に行うため，事前の止水対策として低圧浸透方式による薬液注入を補助工法として施工した。**図— 2** に横連絡坑の概要図および土質柱状図（横連絡坑 -1）を示す。

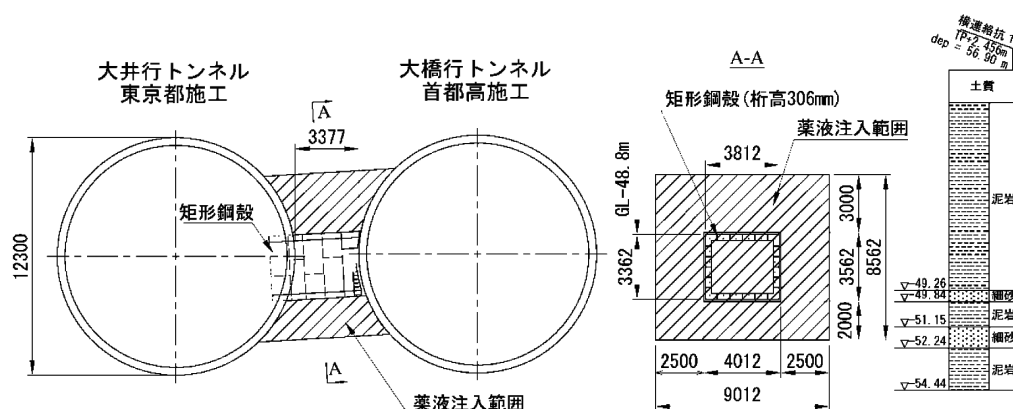
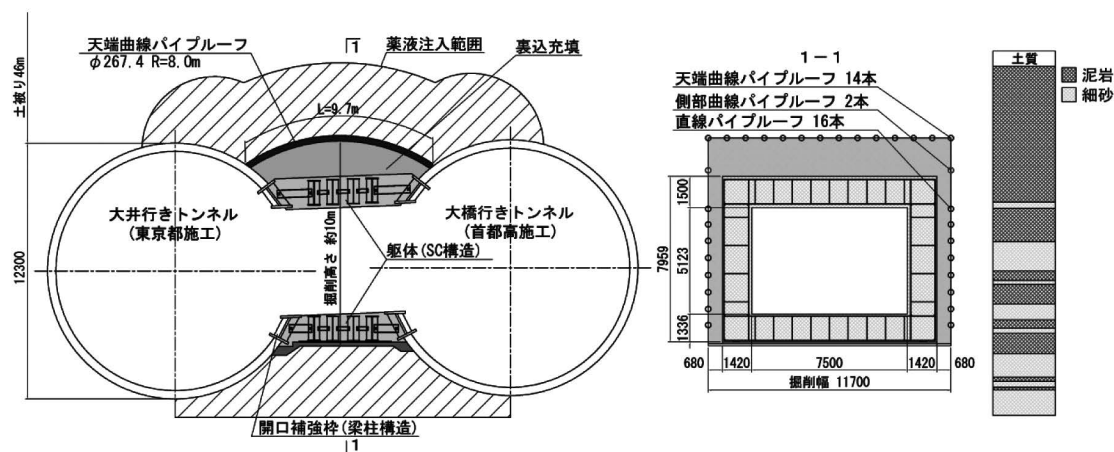
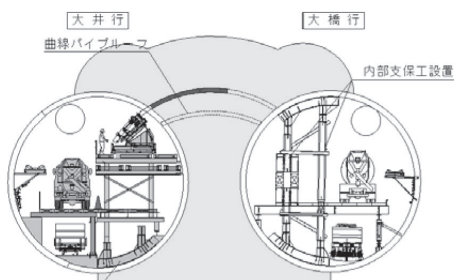
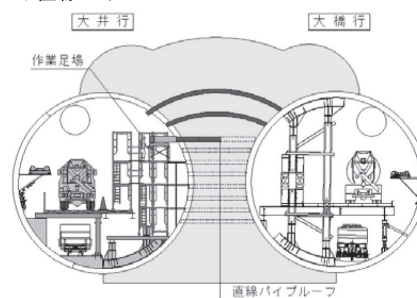
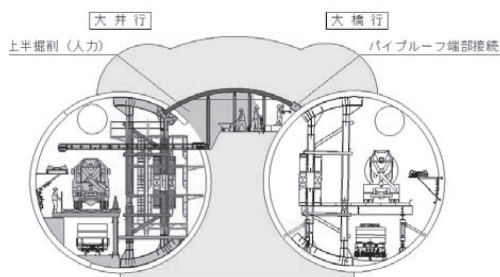
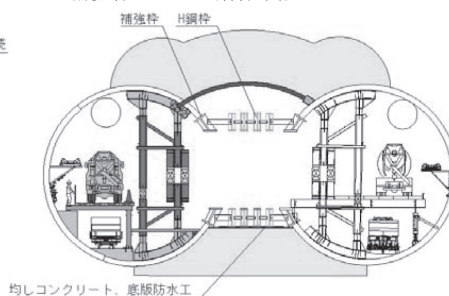
(2) U ターン路の概要

供用時の緊急車両の転回路となる U ターン路は，2 つのシールドトンネルを，それぞれ高さ約 8 m ×幅約 10 m の断面で切開き接続するものであり，本工事では 3 箇所の U ターン路いずれにも矩形の鋼構造形式を採用した。鋼製セグメントの開口部にはセグメント形状に合わせた補強梁，補強柱を配し，トンネル間にはビルト H 鋼による矩形鋼製枠を適用した。なお，最終的な構造体はコンクリートで巻き立て，その背面には吹付防水を施した。**図— 3** に U ターン路の概要図および土質柱状図を示す。

3. U ターン路の施工

(1) U ターン路の施工ステップ

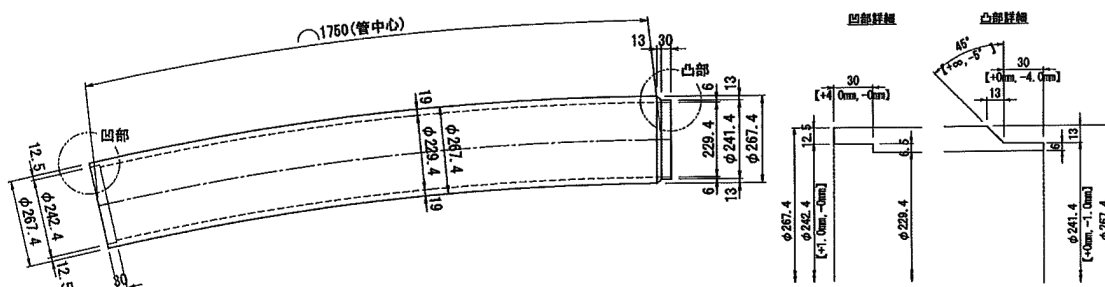
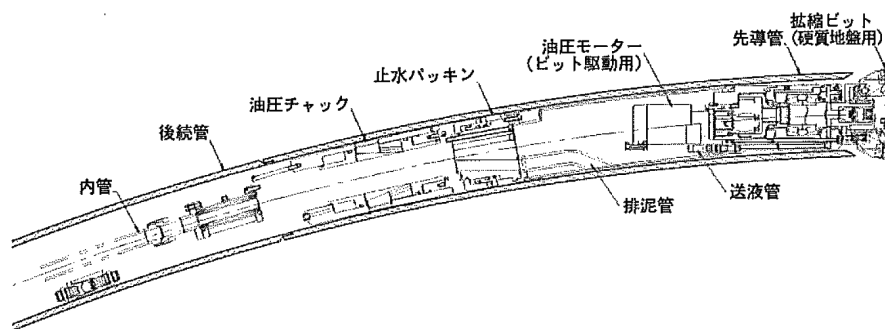
仮設工から鋼製枠構築までの施工ステップを**図— 4** に示す。掘削段階での止水性を確保するため，低圧浸透方式による薬液注入を補助工法として採用した。トンネル間の土留めとして天井部には ϕ 267 mm の曲線パイプルーフを，側面には同径の直線パイプルーフを設置することで，掘削開放時の地山安定性を確保した。また，セグメント切開きのための内部支保工はビルト H 鋼と 500 kN の油圧ジャッキを組み合せ，掘削前に初期プレロード載荷を行うことで，セグメントの変形抑制を図った。

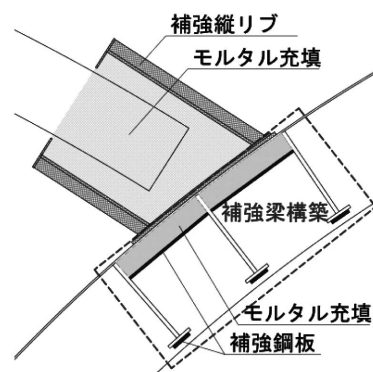
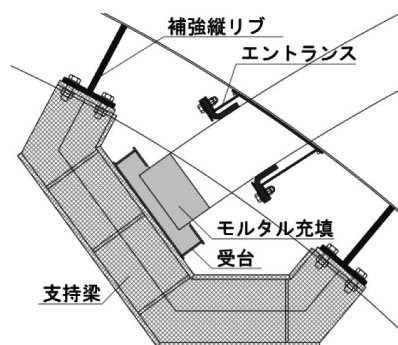
各ステップともに，シールド掘進と道路床版施工の資機材搬入路を確保する必要があった。このため，覆

図— 2 横連絡坑概要図

図— 3 U ターン路概要図

図― 4　U ターン路主要施工ステップ図

工下部では軌道を用いて，シールドセグメント等の資材搬送を行った。また，覆工上部では，φ 2 000 mm の換気用風管やシールド掘削土砂搬出用のベルトコンベヤが設置されているが，施工設備の形状や配置を工夫して大型車両の通路を確保した。

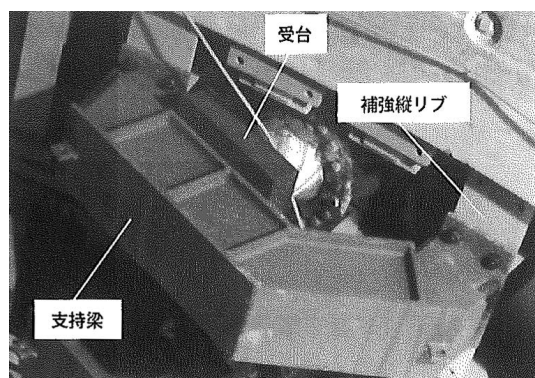
(2) 曲線パイプルーフの採用

上述の通り，本工事ではトンネル間掘削部の防護，土止め工法として小口径φ 267 mm の曲線パイプルーフ工法を採用した。構造仕様としては，曲率 R ＝ 8.0 m，延長約 10 m，配置間隔 0.9 m，総本数 14 本で，鋼管仕様は，外形φ 276.4 mm，板厚 19.0 mm，鋼材種 SM570-H である。作業スペースの条件から搬入する鋼管の長さを 2 m 未満として，各ジョイント部は部分溶接により接合した。なお，継手部の精度がパイプルーフ全体の施工に大きく影響することから，凹凸はめ込み式の機械加工を施し，継手部での屈曲を防止できる構造とした（**図― 5**）。他の工種と並行して工事を進めるため，パイプルーフの施工設備は可能な限りコンパクトな設備とし，トンネルの半断面で施工可能なものとした。曲線パイプルーフの掘進装置による施工状況を**写真― 1** に示す。掘進装置は，曲線パイプルーフを把持して地山側に貫入させる推進装置と，先頭管と称するパイプルーフ先端を掘り進める泥水式掘削装置で構成される。先頭管の切削ビットは拡縮機能を備えており，発進側に機械を回収できる機構を備えている（**図― 6**）。また，この曲線パイプルーフは，

写真― 1　曲線パイプルーフ施工状況

図― 5　曲線パイプルーフ構造概要図

図― 6 曲線パイプルーフ掘削先端装置

トンネル掘削段階における上層地盤の土留めの役割を担うものである。その荷重は主として曲線パイプルーフに軸力として作用し，セグメントおよび内部支保工にその軸力が伝達されるため，パイプルーフの端部固定については，施工誤差を吸収した上で確実かつ合理的な固定方法が求められた。パイプルーフ発進側ではセグメント縦リブとパイプルーフ端部を一体化する支持梁方式を考案し採用した（**図― 7, 写真― 2**）。一方，到達側は他工区のセグメントへの固定となるため，セグメントの切断，貫通を一切行わずに接続できる方法とした。この方法は，パイプルーフ数本毎に小断面の掘削を進め，到達側セグメントの外側（地山側）から順次半割のジャケット鋼管を溶接固定し，その内部に無収縮モルタルを充填することで固定するものである（**図― 8，写真― 3**）。到達側でのパイプルーフ施工精

図― 7 パイプルーフ固定方法（発進側）

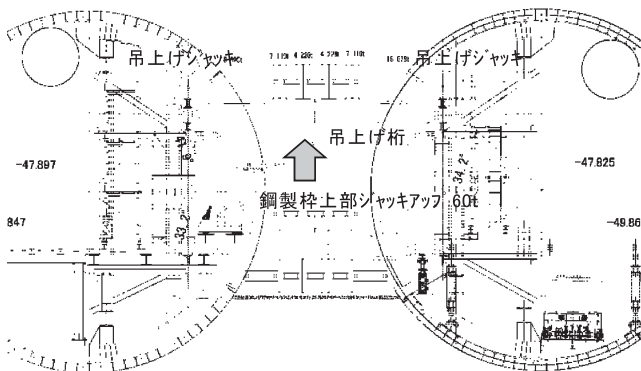
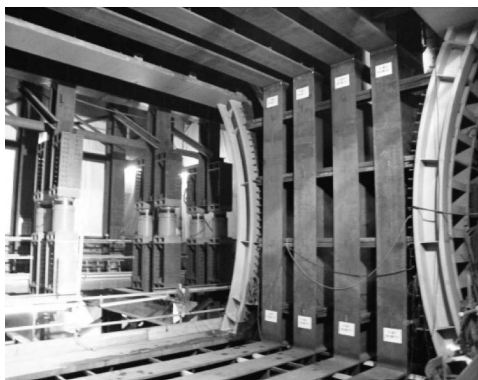
写真― 2 パイプルーフ発進側固定状況

図― 8 パイプルーフ固定方法（到達側）

写真― 3 パイプルーフ到達側固定状況

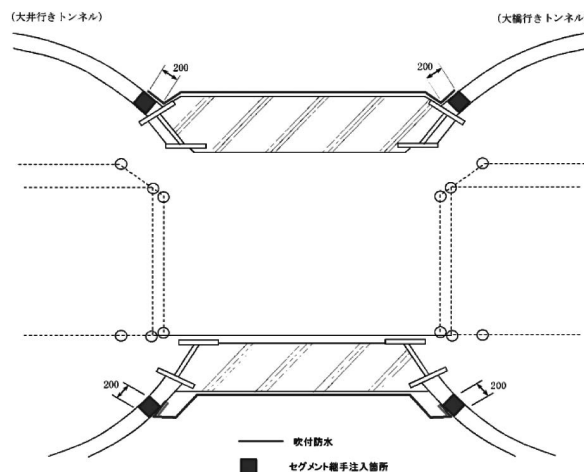
写真― 4 U ターン路掘削完了全景

度は 50 mm ＝ 1/200 以下であったが，上記 2 つの固定方法はこの誤差を十分に吸収した上で，合理的かつ確実な施工を可能とした。掘削完了状況を**写真― 4** に示す。

(3) 鋼構造躯体の構築方法と防水構造

Uターン路3箇所の構造は極厚板の鋼製枠で構成される鋼構造形式を採用しており，狭隘かつ厳しい空頭制限下での重量物架設となった。内部支保工の設計段階で10 mの長尺鋼材の引込みが可能な仮設計画とし，上部鋼製枠については，全体約60 tを一体化してセンターホールジャッキ4台によるジャッキアップ架設する等の工夫を行ったことで，合理的かつ安全な施工を実現した（**図―9，写真―5**）。

図―9　Uターン路鋼製枠組立仮設図

写真―5　Uターン路鋼製枠組立完了全景

また，横連絡坑と同様にUターン路施工箇所における地下水圧は0.4 MPa～0.5 MPaと高く，確実な防水構造と施工が求められた。前述の通り，Uターン路の基本構造は鋼構造であるが，防水および防食の観点から，SC構造同様に鋼材をコンクリートで覆う形式としている。

鋼製セグメントと鋼製枠の接続部は全周止水溶接を施し，コンクリート打設面と各接合部には追従性に優れるウレタン系樹脂吹付防水を施工した（**図―10，写真―6，表―1**）。また，躯体背面＝防水施工面と地山の境界面にはコンクリートおよび可塑性裏込注入材を充填し防水性の向上を図った。

図―10　Uターン路防水計画図

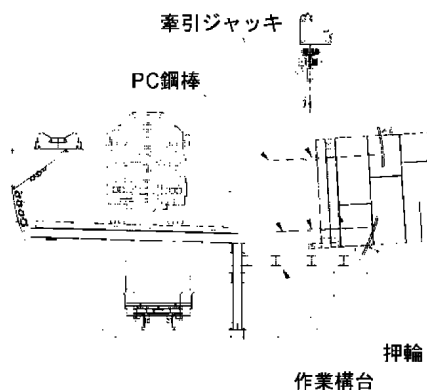
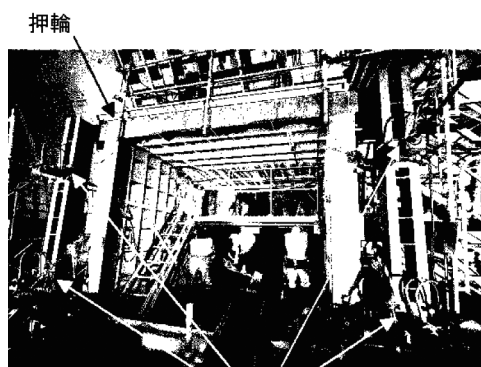
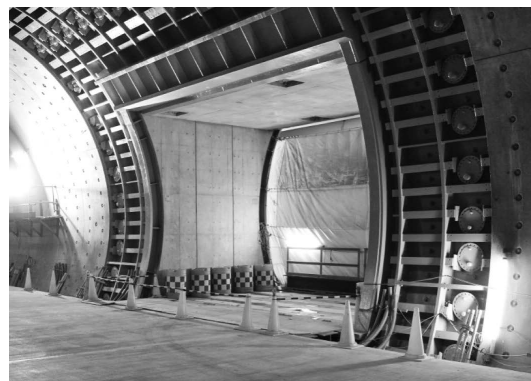
写真―6　Uターン路ウレタン吹付防水施工状況

表―1　Uターン路防水仕様

防水工程	材料種別等	使用量・厚さ等
下地プライマー	水溶性プライマー	標準塗布量0.2kg/㎡
防水塗膜層	ポリウレタン樹脂系塗膜材	平均厚さ2.0mm以上
保護材層	モルタルまたはコンクリート	設計厚さ80mm以上
セグメント継手目地処理	エポキシ系接着材	―
セグメント継手接合面注入	ウレタン系注入材	―

4. 横連絡坑の施工

横連絡坑の施工では，トンネル内で同時に進行しているシールド掘進，道路床版はもとより，複数箇所の横連絡坑の同時施工を実現するため，推進反力の固定点を前方に置く牽引ジャッキ方式を採用し，トンネル半断面で推進工事が可能となる施工方法を考案した。牽引反力を得るための固定部材を推進開口部のセグメント内面両側に設置，固定し，推進函体となる矩形鋼殻の後方には鋼製の押輪フレームとその四隅に牽引用のセンターホールジャッキ（350 kN）と牽引用PC鋼棒各4組を配置した（**図―11，写真―7**）。推進時はこのPC鋼棒の牽引ストローク量を管理することで推進体の方向制御を行った。

横連絡坑1箇所当りの施工期間は，薬液注入等の補助工法から仕上げまで全工程で約3ヶ月，推進の発進から到達までは約1週間であった，合理的で確実性の高い本工法の考案が，工事全体の工程短縮に大きく寄

図— 11　横連絡坑施工状況断面図

写真— 7　横連絡坑推進施工状況

写真— 8　U ターン路全景

写真— 9　横連絡坑全景

与した。

5. おわりに

中央環状品川線シールドトンネル工事は，大断面では日本最長となる 8 km の長距離掘進や，500 m／月以上の高速掘進など，シールド掘進工事が注目されたが，道路トンネルのプロジェクト全体工程を短縮し，早期供用を目指す上では，道路床版や横連絡坑，U ターン路などの後続工事を如何に合理的かつ安全に進めるかが大きなポイントとなる。また，大深度，高水圧下でセグメントの切開きを行う接続工事では，その構造の複雑さゆえ，構造安定性，防水性，耐久性等を踏まえた品質，機能の確保が重要であることは言うまでもない。本工事では，U ターン路の小口径曲線パイプルーフの採用やその工程方法の工夫，鋼製枠構造体の採用とその架設方法の工夫，横連絡坑の牽引ジャッキ方式の鋼殻推進のように，合理的で確実性のある施工方法を考案し，構造物の品質，機能向上を図った上で，シールド掘進，道路床版との同時施工を進め，過去のトンネル工事では例を見ない工程短縮を実現することができた。

JCMA

［筆者紹介］
中野　正晴（なかの　まさはる）
大成建設㈱
東京支店　首都高品川線作業所
作業所長

特集≫≫　インフラ

谷津船橋 IC　OFF ランプにおける鋼製連壁の施工

東関東自動車道　谷津船橋インターチェンジ工事
カッターソイルミキシング工法

野口宏治

日本国内インフラ工事では，既存構造物の制約により，狭隘な施工条件となることが多々見受けられる。本件は東関東自動車道と国道 357 号線に挟まれた幅約 9 m の狭隘な施工エリアである。また国道直下には共同溝が存在する近接施工条件下での鋼製連壁施工を行う必要があった。検討の結果，鋼製連壁にカッターソイルミキシング工法（CSM，以下「本工法」という）を用い施工を行うこととした。本稿は国道の規制を行うことなく狭隘な施工エリアを有効活用し鋼製連壁を築造することができた事例を紹介するものである。

キーワード：鋼製連壁，CSM，インフラ，狭隘，近接施工

1．はじめに

谷津船橋インターチェンジ工事は，図―1，2に示すように慢性的な交通渋滞が著しい船橋・習志野市域の一般国道 357 号および飽和状態にある京葉道路などの交通を東関東自動車道（以下，東関東道）に誘導することにより，渋滞の緩和を図ることを目的として，地域活性化インターチェンジの制度を活用した新たなインターチェンジを構築するものである。東関東道下り（千葉方面行）からの OFF ランプ（出口）と，東関東道上り（東京方面行）に接続する ON ランプ（入口）により構成される。全体工事概要を表―1に示す。

東関東道の OFF ランプは既設橋梁を拡幅し，開削工法による掘割道路を経て既設国道に合流する。この開削部の土留め方式に鋼矢板および鋼製連壁が採用された。

図―1　工事位置図

図―2　完成予想図

表―1　全体工事概要

工事名称	東関東自動車道　谷津船橋インターチェンジ工事
発注者	東日本高速道路株式会社　関東支社　千葉工事事務所
工期	平成 21 年 6 月 19 日～平成 25 年 5 月 17 日
工事場所	自）千葉県習志野市谷津 4 丁目 至）千葉県習志野市秋津 5 丁目
主要数量	［延長］　延長 770 m ［幅員］　ランプ部　7.0 m × 1 ［土工量］約 56,000 m^3 ［橋梁等］上部工　谷津高架橋（拡幅） 下り線　PC3 径間連続 2 主版桁　約 250 m^2 上下線　RC4 径間連続 2 ～ 3 主桁　約 860 m^2 下部工　橋台 1 基，橋脚 11 基 基礎工　場所打ち杭（ϕ 1.2 m）　約 1200 m ［開削溝渠工］L 型擁壁，掘割道路（U 型擁壁）他　約 425 m 鋼矢板Ⅲ～Ⅴ L 型　約 20,600 m ソイルセメント鋼製地中連続壁（壁厚 60 ～ 90 cm） 約 2,500 m^2（NS-BOX　約 470 ton） ［非開削函渠工］URUP 工法（東関道直下） L= 約 70 m（曲線半径 R ≒ 50 m） ［開削函渠工］L= 約 16 m（国道 357 号線直下）

ここで，OFF ランプの掘削ラインと並行する国道357号（千葉方面行）路下には，共同溝が設置されており掘削位置と近接していた。そこで，掘割深度が深く土水圧の大きい場所については，鋼製連壁を本体利用して，施工クリアランスを確保する設計であった。

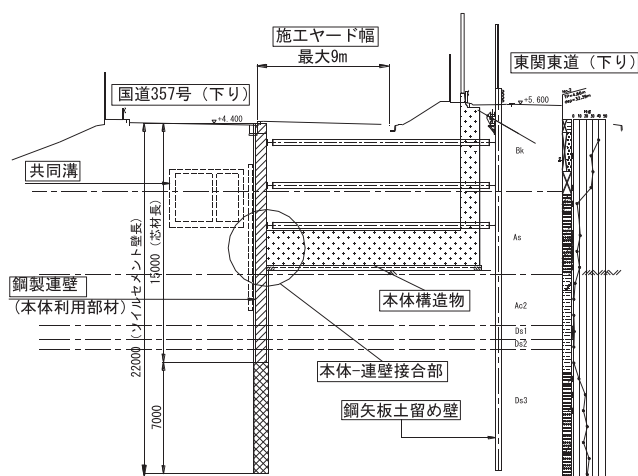
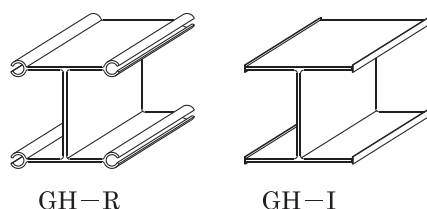
本稿では，谷津船橋インターチェンジにおける鋼製連壁施工について紹介する。

2. 鋼製連壁施工概要

（1）施工概要

OFF ランプは東関東道と国道357号に挟まれた狭隘な施工ヤードで施工する必要があり，その幅は最大約9mである。また国道357号の直下には共同溝もある（**図—3**参照）。この区間のU型擁壁部およびBOX部（F－STA.0+90.4 ～ F‘+STA2+25.5）において鋼製連壁を延長約135m施工し，壁体を本体利用する。当現場では鋼製地中連続壁工法－Ⅱ（以下，工法－Ⅱという）が採用された。工法－Ⅱとは混合撹拌処理工法で構築されたソイルセメント中にNS－BOXを連続して建て込んで築造する地中連続壁である。

図—３ 施工標準断面図（U-8 ブロック）

GH－R GH－I

嵌合継手

図—４ NS－BOX 断面図及び嵌合継手

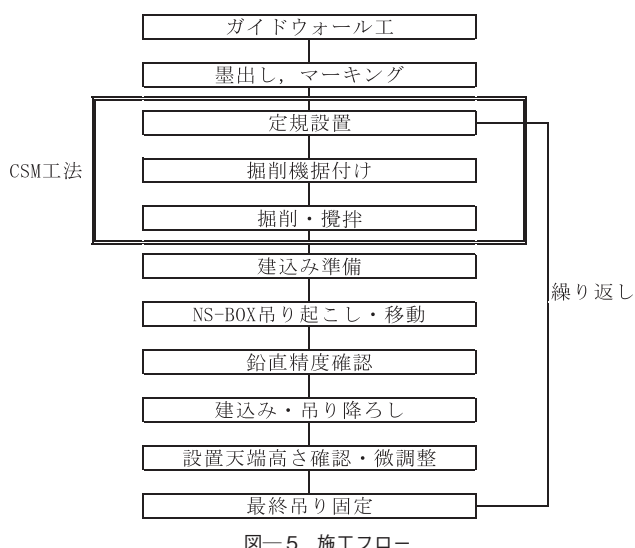
る。NS－BOXとは**図—4**に示すような並行フランジ型の土留め壁材料でフランジの両端に嵌合継手を有する構造部材である。NS－BOXではGH－RおよびGH－Iの2種類を標準部材としている。

当現場においてはこの鋼製連壁を本工法にて施工を行った。本工法とは，水平多軸回転カッター式掘削機（Cutter）を用いて，土（Soil）とセメント系混濁液を原位置で攪拌混合（Mixing）して，等厚のソイルセメント壁体（土留め壁，遮水壁等）や地盤改良体を造成する工法であり，連続した矩形のソイルセメント壁体を造成する工法である。

従来の施工方法であるオーガー攪拌工法やカッターチェーン攪拌工法と異なり，掘削と高性能な攪拌混合機能を有した水平多軸回転カッターによる攪拌方式であり，掘削精度の確保が可能で修正機能を有しているため，高精度，高品質のソイルセメント地中連続壁の施工が可能である。さらに本工法は，粘性土から硬質地盤まで補助工法無しで施工でき，出来型が等厚のため，応力材のピッチを任意に決定できる効率的な土留め工法である[1]。

当現場におけるソイルセメント壁厚は600mmおよび900mm，壁長は最深部で21.5mである。使用したNS－BOXは合計198条である。

（2）施工手順

図—5に標準的な施工フローを示す。

図—５ 施工フロー

（a）ガイドウォール工

施工に先立ち鋼製連壁の施工精度を確保するために，定規となるガイドウォールの施工を行う。

（b）掘削・攪拌

ガイドウォール上のマーキングに合わせて定規材

（H-300）を設置し，掘削機の位置，NS－BOX の建込み位置の墨出しを行う。次にガイドウォールのマーキングに合わせて掘削機を据え付け，位置および通りの確認を行う。掘削機の中央先端部よりセメント系懸濁液とエアーを吐出し，カッターを回転させて掘削・攪拌・混練を繰り返し所定の深度までソイル壁の造成を行う。掘削深度の確認および精度は掘削機のモニターを用いてリアルタイムに確認しながら修正掘削を行う。

（c）NS－BOX 建込

前日建込みした端部の嵌合継手部に挿入されている防護パイプを縁切りして引抜く。定規材の墨出しを行った位置に建込み治具定規を設置し固定する。NS－BOX の建込みはトランシットで 2 方向から監視しながら行う。また事前に取り付けておいた角パイプの中に傾斜計を挿入して傾斜測定を行う。天端高さをレベルで確認し，ガイド定規上で吊り金具を使用して固定する。

（3）施工にあたっての課題と解決策

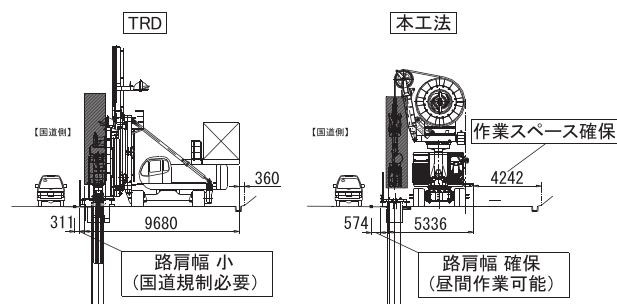
（a）国道直近作業および国道直下の共同溝

鋼製連壁を精度よく施工するには掘削箇所の両側にガイドウォールを施工するのが通常の方法であるが，国道と近接しているために国道側にガイドウォールを施工するスペースがなかった。これに対して**写真―1**に示すように国道側のガイドウォールを国道の As 舗装（t = 350 mm）で代用することにした。また共同溝の位置を事前に試掘して埋設物損傷事故の防止をはかった。

（b）狭隘な施工スペースおよび施工時期

前述したように国道 357 号および東関東道に挟まれた狭隘な敷地内での作業であること，土留め壁は国道との境界位置に施工しなければならないこと，および施工時期が 3 月にあたり年度末道路規制抑制期間にあたることが挙げられた。

当初採用を検討した TRD 工法の場合，**図―6**のように施工時に 500 mm 以上の路肩幅を確保できないことから夜間に国道を規制しての作業になる。さらに夜間の国道規制作業時間内にカッターポストを引き抜くことができないため，昼夜間国道を規制する必要が生

写真―1　As 舗装で代用したガイドウォール

図―6　TRD 工法および本工法による施工断面図

写真―2　本工法施工状況

写真―3 本工法マシン組立完了状況

写真―4 本工法ミキシング状況

じる。しかしながら施工時期が3月で年度末道路規制抑制期間にあたることから国道を規制しての作業ができないため，TRD 工法の採用を見送った。

一方，本工法に関してはクワトロカッターをベースマシンの横に吊り下げられるバウアーマシーネン社製のクアトロサイドカッターを使用することによりカッター中心からキャタピラー端部までの幅を 4.4 m まで縮めることが可能となり，狭隘な施工箇所においても背面部に約 4 m 作業スペースを確保できた。またカッター前面の張り出しも少なく路肩幅を確保できるので，施工時に国道の規制を必要としない。

よって年度末道路規制抑制期間に関係なく施工が進めることが可能となるため本工法を採用することとなった。**写真―2～4**にクワトロサイドカッターでの施工状況を示す。

3. おわりに

本稿において，狭隘な施工場所，国道に対しての超近接施工，3月という施工時期を条件に持った現場として鋼製連壁を本体利用した事例について記した。

今後，さらに厳しく特殊な条件の現場が増えると考えられるので，本稿が工法選定の参考になれば幸いである。

謝辞

最後に，工事の実施に伴い終始温かく指導下さった東日本高速道路㈱関東支社千葉工事事務所及び関係者の皆様に誌面をかりて謝意を表します。

JCMA

《参 考 文 献》

1）鋼製地中連続壁協会：鋼製地中連続壁工法－Ⅱ（ソイルセメント鋼製地中連続壁工法）設計施工指針（案）P1 ～ 5, 参 17,18，平成 24 年 4 月

［筆者紹介］
野口 宏治（のぐち こうじ）
㈱大林組
機械部
副部長

特集>>>　インフラ

立坑 7 箇所を上向きシールドで掘る

小　森　敏　生・井　櫻　潤　示・高　山　雄　大

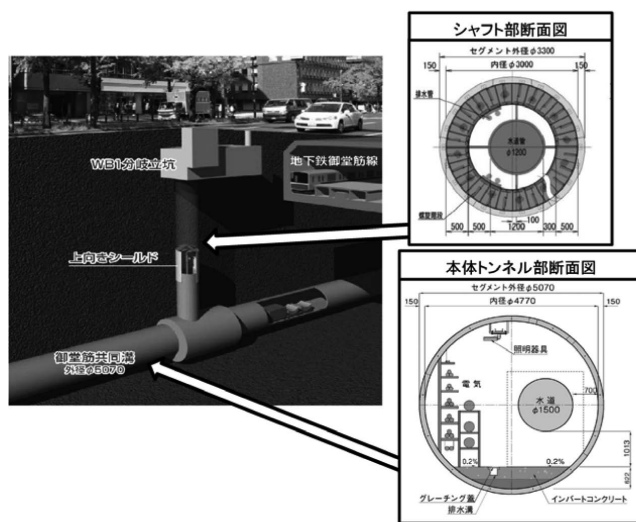
国道 25 号御堂筋共同溝立坑工事では，共同溝地下トンネルに接続する 7 箇所の分岐立坑を上向きシールド工法により構築した。立坑は，深さ約 30 m で内径 φ 3,000 mm のものが 2 箇所，内径 φ 2,750 mm のものが 5 箇所となっており，径の異なる立坑を一台の上向きシールド機で施工した。シールド掘進では，共同溝に設置された開口用セグメント（FFU セグメント）を直接切削し，沖積層から洪積層の粘土・砂・砂礫層の多様な地盤を掘削した。また，全立坑において既設の地下鉄構造物に近接した施工となったが，管理値を超える影響を与えることなく施工を終えることができた。

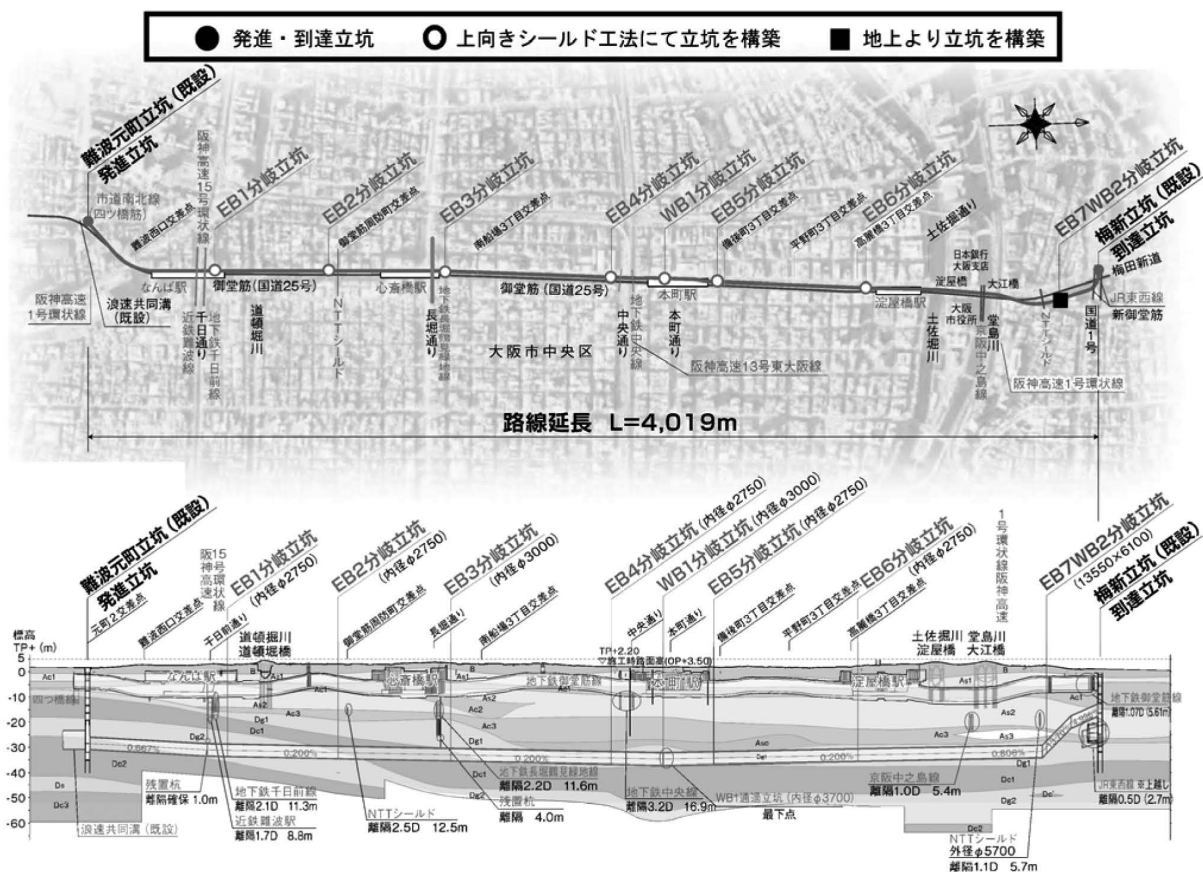
キーワード：上向きシールド工法，共同溝，縮径，市街地，近接施工

1. はじめに

シールドトンネルに併設される中間立坑は，共同溝における分岐用立坑や上下水道施設における管路，取水，管理用立坑などの目的から不可欠であるが，地上部における立坑施工のための用地確保や，都市部における浅・中深度部の地下で利用できる空間の制約から，厳しい環境下での施工を求められることが多くなっている。上向きシールド工法は，既設のシールドトンネル内などから地上に向けて上向きにシールド機を発進させて立坑を構築する技術であるため，材料の運搬・供給ともに地下のトンネル坑内で行えるため，シャフト部施工中の地上作業は，シールド回収作業のみとなり，道路占用作業を最小限にすることができる。狭隘で交通量の多い道路部や各施設の密集した都市部などにおける工事用地の長期占用が困難な場所でも，地下から地上に向けて立坑を構築することが可能である。本稿では，上向きシールド工法の概要，特徴及び施工実績について報告する。

2. 工事概要

御堂筋共同溝は，国土交通省近畿地方整備局が進めている幹線共同溝の内，一般国道 25 号（御堂筋）の浪速区難波中一丁目から北区曽根崎二丁目の路線延長 4,022 m の区間に計画しているもので，大阪市水道局の水道管（φ 1,500 mm）および関西電力のケーブルを収容する（**図— 1，2**）。共同溝は本体トンネル部と

図— 1　御堂筋共同溝事業概要

分岐立坑で構成されており，本体トンネル部は平成 23 年度に完成し，現在は国道 25 号御堂筋共同溝立坑工事にて分岐立坑及び内部構築を施工中である。分岐立坑は，電力ケーブル用分岐立坑（EB1〜6），水道管用分岐立坑（WB1）および水道管及び電力ケーブル用分岐立坑（EB7WB2）の計 8 箇所である。その内，7 箇所の分岐立坑（EB1〜6，WB1）については，地上付近に構築するボックスカルバート構造の分岐室（高さ約 5 m，延長約 15 m）と本体トンネル部を繋ぐためのシャフト部と呼ばれる約 30 m の立坑が必要となる。本工事では，路上工事の削減と周辺環境への影響抑制が必要とされ，このシャフト部の施工に上向きシールド工法を採用した。

図― 2　各分岐立坑位置図及び地質縦断図

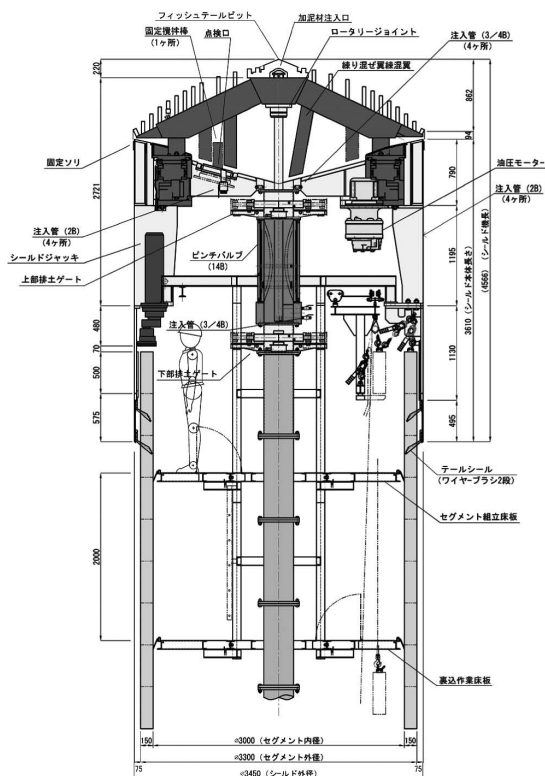
3. 周辺環境と地質

御堂筋は，全長約 4,027 m，幅 43.6 m，中央の走行 4 車線と両側緑地帯と側道及び歩道で構成されている幹線道路である。この幹線道路は，国道 1 号・2 号が交差する梅田新道交差点より難波西口交差点までの全車線が南行の一方通行道路となっており，平日の昼 12 時間の交通量は，28,000～38,000 台，歩行者 10,000～26,000 人の大阪を代表するメインストリートとなっている。分岐立坑は御堂筋分離帯の中に位置しているため，施工する場合には，道路占用が可能な夜間のみ側道または本線を一部規制して工事を行う必要がある。その分離帯には景観が文化財になっているイチョウ並木がある。シャフト部の近傍では大阪市営地下鉄御堂筋線が運行しており，施工にあたっては軌道に関係する周辺地盤への影響を最小限に抑える必要があった。

分岐立坑位置における御堂筋共同溝トンネル部の土被りは 30～35 m であり，土質構成としては下部が N＞50 の洪積砂礫層または N＝10～20 の洪積粘性土層，上部が N＝10～40 の沖積砂質土層と N＝1～10 沖積粘性土層の互層となっている（**図― 2**）。分岐室との接続部は，鋼矢板による土留掘削の根入れ部となる。また，事前の土質調査で，地下水にメタンガスが溶存していることが確認されている。

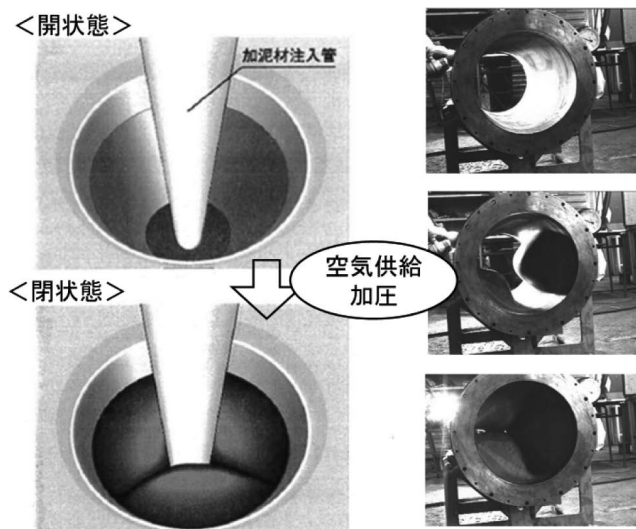
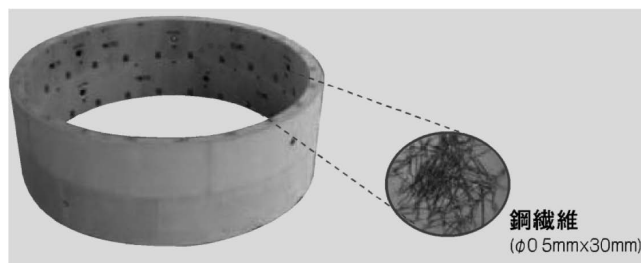
4. 上向きシールド工法とシールド機

本工事で採用したシールドは，外径 φ3,450 mm，全長 4.6 m，総推力 9,600 kN，最大トルク 622 kN-m の泥土圧シールドである（**図― 3**）。テール部からの地下水や土砂の機内への侵入防止のため，テールブラシを 2 段配置し，テールグリス自動給脂装置を装備した。土圧計は，カッタチャンバ内に固定型を 2 台装備している。また，メタンガスに対応するためシールド機には防爆型の機器を採用している。

上向きシールド発進部は，あらかじめ本体トンネルに設けた開口用セグメント（FFU セグメント）を直接切削して発進させる構造とし，その坑口部に転用可能なエントランスパッキンを使用することで，鏡切作業及び地盤改良などの補助工法を省略した（**図― 4**）。カッターは，開口用セグメントが大割れし，排土管を閉塞させることを避けるためにカッターを本体トンネルの内面の曲率に合わせたドーム形状とし，全パスを先行ビットで掘削するビット配置とした。また，開口用セグメント切削中はシールドジャッキを微速制御

図―3　上向きシールド機

図―4　FFU セグメント

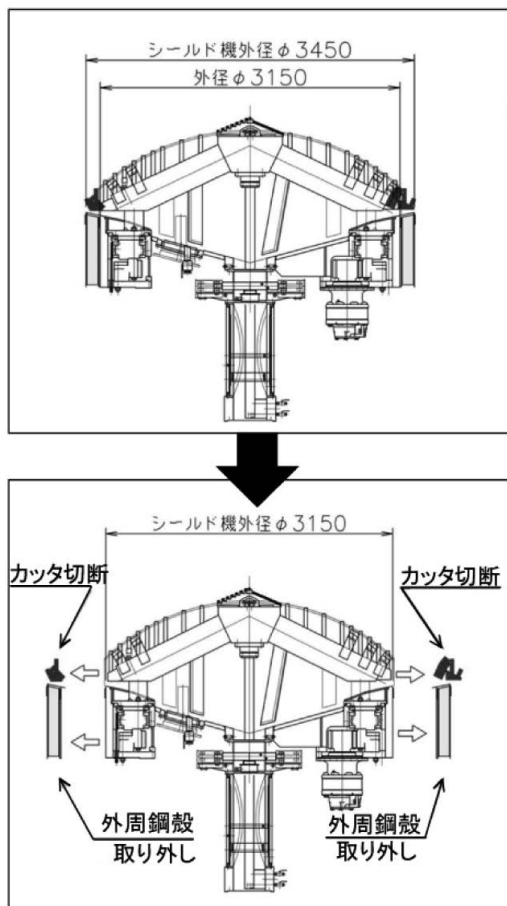
し，カッタトルクの上昇を抑えながらセグメントを細かく切削できるようにした。

バルクヘッドは，上向きに掘進するため，中心に向かってすり鉢状にし，土砂を取り込み易くしている。排土調整機構として，ピンチバルブ1個およびスライドゲート2基を装備している。ピンチバルブ（**図―5**）は，ゴムスリーブを内蔵しており空気圧によりゴムスリーブに加圧して膨らませることにより排土管内を一時的に閉塞させる構造のものである。ピンチバルブ圧を設定土圧に保持し，切羽土圧がこのピンチバルブ圧より大きくなった際にピンチバルブが解放され，土砂を搬出する。ゴムスリーブに空気を供給し加圧し膨らませることで，切羽土圧や排土量の調整を適切に行うことができる。

図―5　ピンチバルブ概要

図―6　RSF セグメント

セグメントは上向きシールド工法では初めてコンクリート系セグメント（RSF セグメント）を採用し（**図―6**），二次覆工を省略した。セグメントは狭隘な機内での重量物の取り扱いを考慮して，6分割（5＋K）とし幅を 500 mm とした。セグメント組立作業は，経済性とセグメント組立作業床上の作業員の安全性を考慮して，エレクタを採用せず，人力組立方式としている。シールド機は坑内運搬，組立作業を考慮して3分割（カッタ部＋ボディ部＋テール部）とした。

7箇所のシャフト部は，内径φ3,000 mm の2箇所と内径φ2,750 mm の5箇所の径の違う立坑となるが，マシンを内径φ3,000 mm 用（外径φ3,450 mm）から内径φ2,750 mm 用（外径φ3,150 mm）に改造して1台のシールド機で7箇所の立坑の施工を可能とした。カッタの外周部はブラケット構造にして容易に切断して縮小できる構造とし，シールド前胴部は，外径φ3,150 mm のシールド外周部に 150 mm の鋼殻を取付け外径φ3,450 mm として，外径φ3,450 mm の2立坑の施工が完了した後，外周鋼殻を取外せば外径φ3,150 mm に縮径できる構造とした。なお，径の小さい立坑を先に施工した場合，最外周カッタービット用

ブラケット及び外周鋼殻取付時にシールド機の摩耗及び汚れに対応する作業が発生し，改造に要する作業時間の増加・仕上がり精度の低下が懸念されたため，径の大きい2箇所の立坑を先に施工した後シールド機を縮径した（図―7）。

図―7 シールド機縮径概要図

5. 施工

分岐立坑シャフト部の施工実績工程は，シャフト部構築の1サイクルを,「発進立坑へマシン投入」→「シャフト部構築」→「次立坑掘削のために発進立坑へマシン再投入」とすると，立坑1箇所当たり約45日（1.5ヶ月）で施工できた。本掘進は昼夜日平均5.4リング／日（2.7 m/ 日）の進捗となり，約30 mのシャフト部を約2週間で掘進できた。

次に施工手順を示す（図―8）。

①シールド機前胴部を発進立坑より投入し，所定の位置に坑内運搬する。

②反力架台上に据付け，シールド機前胴部のみを推進し，仮組セグメントを組立て，開口用セグメントを切削する。

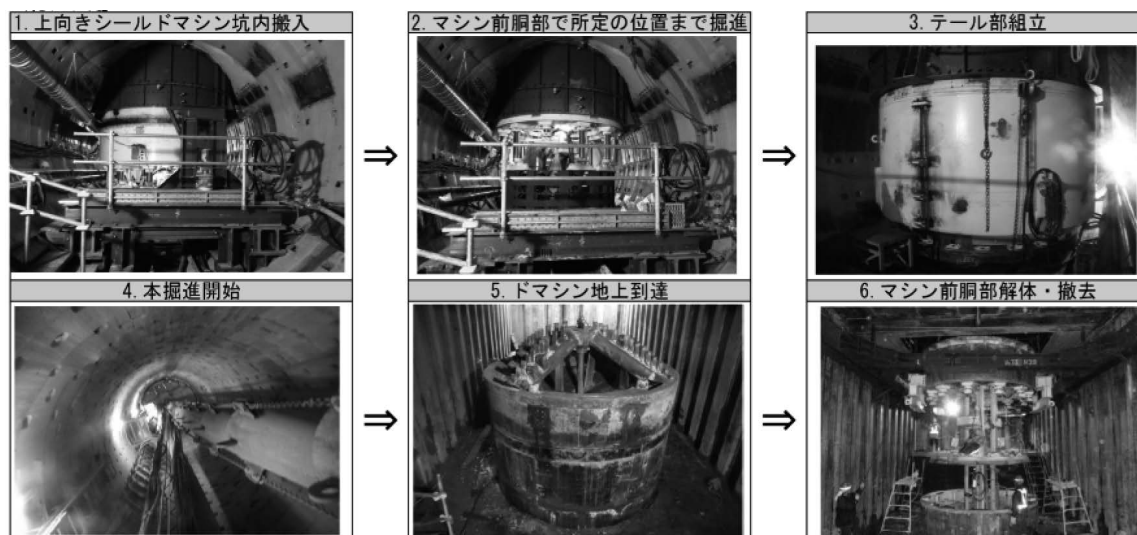
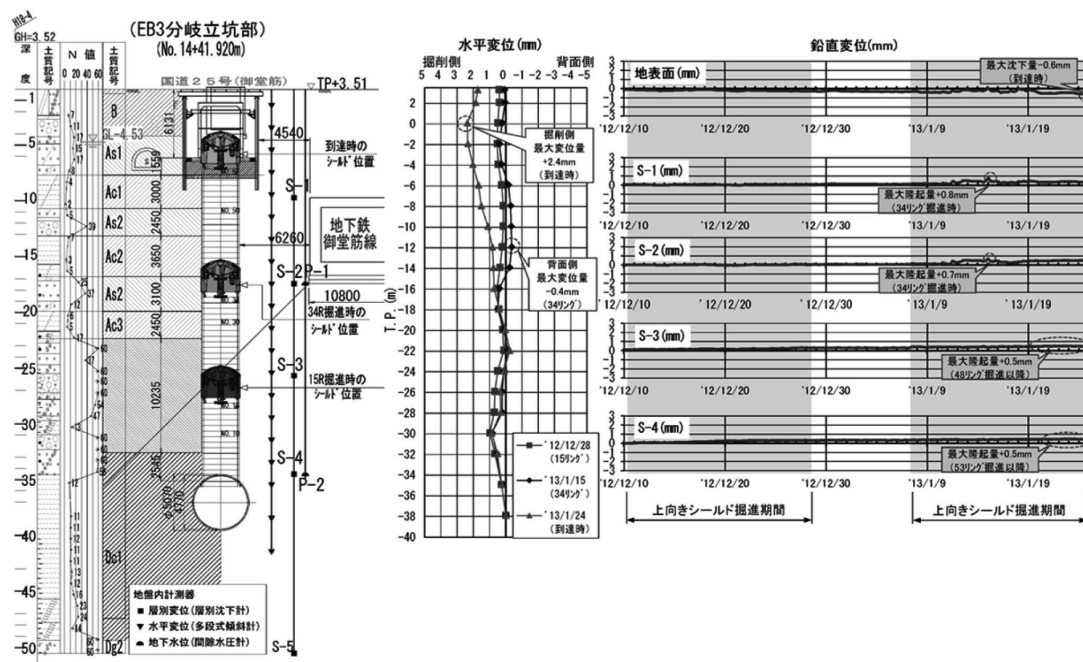
③所定の位置まで掘進完了後，テール部を坑内に搬入し前胴部と接続し，組立てる。

④テール組立完了後，本掘進を行う。

⑤掘削深度や地層変化に合わせて，切羽土圧を管理しながら地上到達部まで掘進する。

⑥掘進完了後，シールド機前胴部をテールから切り離し，クレーンにより回収し，発進立坑へ運搬する。

上記①～⑥を繰り返し，1台のシールド機を転用して7箇所の立坑の施工を行った。

切羽土圧は，緩み土圧＋地下水圧＋予備圧より設定し，予備圧を0.03～0.05 MPaの範囲で管理した。裏込注入はシールド下部に接続した裏込注入用デッキにてセグメント注入孔から行った。注入圧は切羽土圧＋0.1 MPaを上限とし，注入率は120～130%とした。上向きシールド工法では掘削対象土質が土層に合わせて急変するため，同一の添加材で濃度調整するだけで全

図―8 上向きシールド工法フロー図

図―９　地盤内計測結果

ての土層に対応可能な加泥材（高分子系）を採用し，排土性状をチェックしながら配合・注入量を調整した。注入率は砂礫・砂質土で 20～40％，粘性土で 10～30％とした。

本工事で使用したセグメントは，高い断面性能を確保でき，施工時の割れ欠けの抑制性能を付与した RSF セグメント（RC セグメントに鋼繊維を添加）を採用した。セグメントは狭い中での施工性を考慮し，幅は 500 mm，厚さは内径 ϕ3,000 mm の立坑で 150 mm，内径 ϕ2,750 mm の立坑で 125 mm となっており，1 ピースの重量を最大約 350 kg とした。セグメントの組立は切羽にリング形状のトロリを設置してセグメント搬送装置とし，セグメントの人力組立を可能にした．

6. 近接施工計測

鉄道管理者との協議により全立坑において地盤内計測（鉛直変位：層別沈下計，水平変位：多段式傾斜計）を実施した。上向きシールドでの掘進では，地下水圧と Terzaghi の式を参考とした土の緩み範囲を想定しリング毎（50 cm）に管理土圧を設定した。設定した管理土圧の妥当性は，上向きシールド掘進中に計測した地盤内変位（鉛直変位：層別沈下計，水平変位：多段式傾斜計）より検証を行った。上向きシールド掘進中での各地層の鉛直変位量は 1 mm 以内であり，水平変位量も最大で 2 mm 程度に収まり，上向きシールド掘進が周辺地盤に大きな影響を与えることは無く，設定管理土圧が適切であったと判断できる（**図―９**）。

7. おわりに

地盤内計測結果より，上向きシールド工法は都市部の工事による周辺環境（地上・地中近接物）への影響を少なくできる立坑構築技術であるといえる。今後，上下水道では取水・管理用立坑，鉄道・道路では換気・管理・避難用立坑，地下構造物では物流シャフト等など様々な用途への展望が望まれるが，現在までの施工により得られた知見を活かして更なる技術の検証と発展を検討していきたい。

J C M A

［筆者紹介］

小森　敏生（こもり　としお）
大成建設㈱
御堂筋上向きシールド作業所
工事課長

井櫻　潤示（いざくら　じゅんじ）
大成建設㈱
御堂筋上向きシールド作業所
作業所長

高山　雄大（たかやま　ゆうだい）
大成建設㈱
御堂筋上向きシールド作業所
工事係

特集>>> インフラ

月面のメガソーラー発電
月太陽発電「ルナリング」構想

金 森 洋 史

雲や大気の無い広大な場所を有する月面は太陽発電に適している。そこで発電した電力エネルギーを地球に送って利用するシステムを構築すれば，全世界で消費されるエネルギーをすべて賄うことも可能である。また，地球環境や資源などに関連した問題も一挙に解決できる。このような構想を実現するためには，月面上に敷設する太陽電池や月から地球へのエネルギー伝送施設などが重要な要素システムとなる。本報では，これらの要素システムを中心に構想の概要を紹介する。
キーワード：月，エネルギー，太陽電池，マイクロウェーブ，レーザ

1. はじめに

現在の地球が抱える環境とエネルギーに関する問題の解決に向け，世界各国では様々な取り組みが進められている。しかし，その対策が各国の経済政策の思惑と相反する局面を有していることから，なかなか効果的な解決の糸口が掴めない状況が続いている[1)]。経済活性化のために使われるエネルギー量の増大は，現状の社会システムではどうしても温暖化ガスの排出量を増やし，結果的に環境に対して悪い影響を及ぼしてしまう。

このような状況に対し，地球環境に負担をかけないクリーンなエネルギーを確保する手段として，宇宙太陽光発電システム（SSPS）が期待されている。これについては，2013年1月に改定された内閣府「宇宙基本計画」においてもその開発の重要性が示されており[2)]，現在様々な機関でその実現に向けた研究が進められている[3)]。このSSPSは，地球静止軌道上に太陽電池パネルを広げ，そこで発電した電力をマイクロ波やレーザに変換して地上に送り，地上で再び電力として利用することを基本とした計画である。月開発に関する多方面からの研究を行ってきた筆者のグループでは，月の特性を生かすことによってこの計画をさらに発展させ，全地球におけるエネルギーの確保を実現する月太陽発電「ルナリング」構想として提案した[4)]。

2. 月の利点

(1) 安定したプラットフォーム

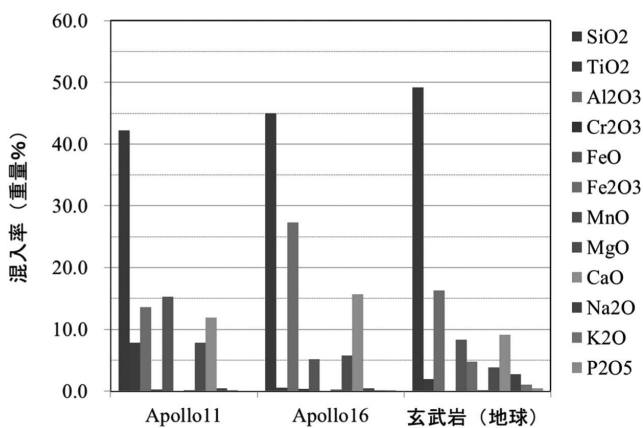
軌道上のSSPSの場合，最大限の発電効率を得るためには可能な限り太陽電池パネルを太陽に向ける必要がある。一方，地球へのエネルギー伝送施設は，常に地上の受電施設に向けられていることが望ましい。しかし，太陽と地球および衛星の位置関係は常に変化するので，SSPSはある程度の姿勢制御を常に行う必要がある。一方，月は古来より地球のまわりを安定して回っていることに加え，常に同じ面（表側）を地球に向けている。従って，月の赤道上にぐるりと一周太陽電池を設置すれば，月面上のいずれかの場所で常に発電することができる（月蝕時を除く）。また，月の表側にエネルギー伝送施設を設置すれば，安定して地上の所定位置に電力を送ることができる。このように，月は送電施設の設置に適したプラットフォームと言える。

(2) 大きな発電能力

月には雲や大気がないため，地上に比べて効率の良い発電が可能となる。SSPSの場合でも，地上での発電に比べて5.5～7倍高い効率を有すると言われている[5)]。また月の自転軸の傾きは軌道傾斜角を考慮しても地軸の傾きの30％程度であるため，赤道付近に照射される太陽エネルギーの季節変動は地球より少ない。さらに，広大な月面の土地を使うこともできるため，容易に大電力を得ることが可能である。

(3) 豊富な資源

アポロ計画によって持ち帰られた月の土や石の分析結果から，月の鉱物は地球の鉱物とほぼ同様の成分から構成されていることが明らかになっている（**図―1**）[6)]。

鉱物の生成過程や酸化環境などが地球と異なるところもあるため，水素などの揮発性の元素が少ない，鉄の酸化程度が地球に比べて低い，アルカリ成分が少ない，水の作用で生成される鉱床や堆積岩が無いなどの特徴は見られるが，月面で作られる様々な施設の建設に必要な資材の大部分は月資源から作ることができる。

図―1　月の鉱物と地球の玄武岩の化学組成（例）

3. 月太陽発電構想の概要

(1) 全体構想

本構想では，まず月の赤道（周囲：約 11,000 km）に沿って太陽電池を敷き詰める。これにより，太陽がどの位置にあってもいずれかの領域の太陽電池は必ず陽に照らされるため，常時発電が可能となる。発電した電力は，同じく赤道上に配置された超伝導（低損失）ケーブルを介して地球へのエネルギー伝送施設に送られる。エネルギー伝送施設は月の表側の赤道沿いに複数個所配置されており，そこで電力がマイクロ波やレーザに変換されて地球に送られる。 地上の施設では，マイクロ波やレーザは電気や熱源に変換され，電力網への供給，海水の淡水化ならびに水素製造等に使われる。**図―2** に月からのエネルギー伝送模式図を示す。

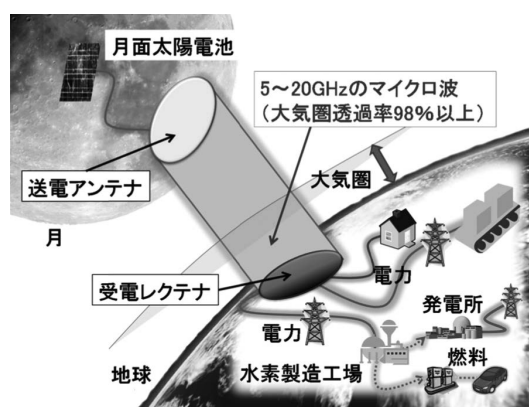
図―2　月からのエネルギー伝送模式図

(2) マイクロ波エネルギー伝送

現在 SSPS で検討されているマイクロ波エネルギー伝送システムでは，5 GHz 帯の使用を想定している。また正確な伝送方向制御の実現を目指し，地上の受電施設からのパイロット信号を伝送施設で受信してその到来方向を推定するレトロディレクティブ技術やフェーズド・アレイによる送電技術を中心とした研究が進められている [7)～9)]。月太陽発電においてもこれらとほぼ同様のシステムが採用される。ただし，伝送距離は SSPS（静止軌道）の場合の 3 万 6 千 km の約 10 倍の 38 万 km と長くなるため，より直線性の高い帯域（20 GHz 等）を使用する。

マイクロ波は大気中の水分の影響を比較的受けにくいため，その受電施設（レクテナ：マイクロ波直流変換アンテナ）は緯度の高い地域まで設置が可能である。都市周辺で電力網に接続して電力供給するばかりでなく，余剰電力で水を電気分解して水素を製造する。この水素は，月が見えない時間帯にエネルギーを確保するための燃料電池のほか，化石燃料の代替燃料として使われる。

伝送エネルギー密度（電力束密度）に関してはさらなる検討を要するが，現状の構想ではレクテナ周辺部で 1 mW/cm^2（電波法規制値）程度，中心部ではその数十倍を想定している。いずれにしても，マイクロ波を横切る鳥や飛行機等に深刻な影響を与えないレベルを想定している。

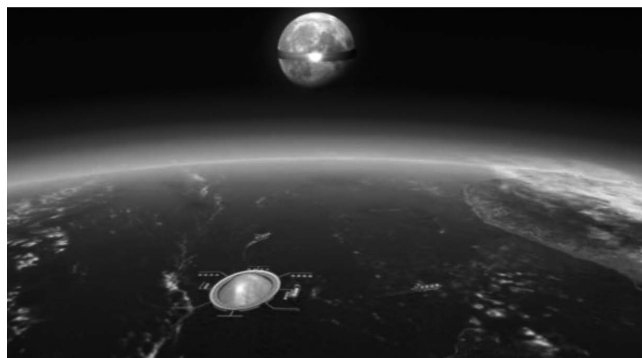
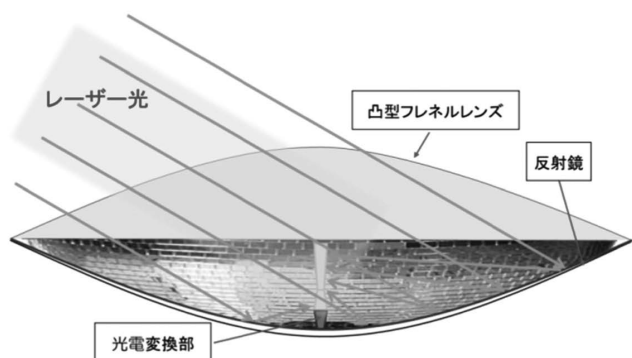
マイクロ波によるエネルギー伝送イメージを**図―3** に示す。

図―3　マイクロ波エネルギー伝送イメージ

(3) レーザエネルギー伝送

本構想では，固体レーザによるエネルギー伝送を想定した。我が国では，太陽光を直接レーザに変換する高効率の太陽光励起レーザの研究も進められているが，この方式は月の表側でのみ利用可能となることから，本構想では従来通り，太陽光発電後にレーザを発

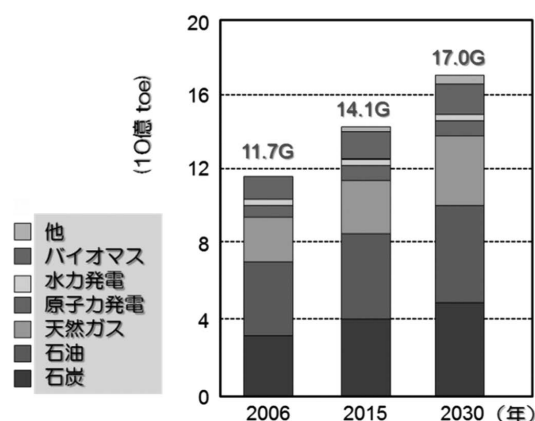
生させる方式を採用した。

レーザにはなるべく大気透過率の高い近赤外領域を使用するが，それでも雲などの影響を受けやすいため，雲の少ない地球の赤道付近の洋上にレーザ集光施設を設ける（図―4）。ここでは海水を脱塩して淡水を作るほか，それをさらに電気分解して水素を製造する。大気によるレーザの「揺らぎ」を考慮し，長径約1,000 m の楕円型集光施設とした。凹面状に設けた可動反射鏡を用い，月からのレーザを中央に設置した光電変換素子に集光させる構造となっている。レーザを効率よく集め，反射鏡の汚染を避けるために，反射鏡の上部にはフレネルレンズとハーフミラーを組み合わせた天蓋を設けた。この施設にはレーザばかりでなく，昼間の太陽光も入るため，光電変換素子は二つのエネルギー供給源をもつことになる。高温になる光電変換素子は冷却され，その過程で得られる高温の冷媒を用いて熱発電も行えるようになっている（図―5）。また，淡水化した海水は水素燃料製造ばかりでなく，そのまま水として生活や工業用，食物生産等に用いられる。これらの水素や水は，パイプラインあるいは水素駆動タンカーによって各国に供給される。

レーザの強度は，地表での太陽エネルギー強度の数倍程度を想定している。動物の皮膚等に瞬間的に熱損傷を与えるレベルでは無いが，（通常でも太陽を直視できないように）直視した場合の目への影響は避けられないため正確な伝送制御を行うと共に，周辺に動植物が少ない洋上に集光施設を設けた。

図―4 洋上のレーザ集光施設

図―5 レーザ集光の仕組み

4. 月発電所の規模

IEA（International Energy Agency）がまとめた World Energy Outlook 2008 によると，2030 年の全世界のエネルギー消費予測は 170 億 toe（原油換算トン）であり，その約 80％を化石燃料（石炭，石油，天然ガス）が占めると予測している（図―6）[10]。

図―6 全世界のエネルギー消費予測（IEA）

本構想では，当面の目標としてこの 170 億 toe を月の発電で賄い，埋蔵資源のエネルギー利用は一切停止するとともに，再生可能エネルギーは月太陽発電のバックアップ用として維持・運用することを想定した。OECD の検討チームが提案した変換効率を考慮すると，170 億 toe を賄うためには 8.8 TW（テラワット）の出力に相当する発電所が必要となる。これは，現在の 100 万 kW 出力の原子力発電所（稼働率 70％と想定）でおよそ 1 万 3 千基に相当する。

一方，月での発電から地上で利用するまでの伝送効率を検討すると，表―1 および表―2 のようになる。月面でも現状と同程度の技術が使えること，ならびにマイクロ波とレーザが総エネルギー量の半分ずつを供給することなどを仮定すると，総合的なエネルギー伝送効率は約 4％（=(5.82+2.20)/2）となる。したがって，地上で 8.8 TW の電力を得るためには，月面の太陽電池には 220 TW のエネルギー入力が必要となる。これは，月面での太陽エネルギー密度（太陽定数）を 1.37 kW/m^2 とした場合，400 km 四方の太陽電池で賄える量となる。太陽電池の幅を 400 km とした場合，実際には太陽光が照射する領域面積は 400 km 四方より広くなるが，その分は設計マージンとして効率の算定には加えていない。

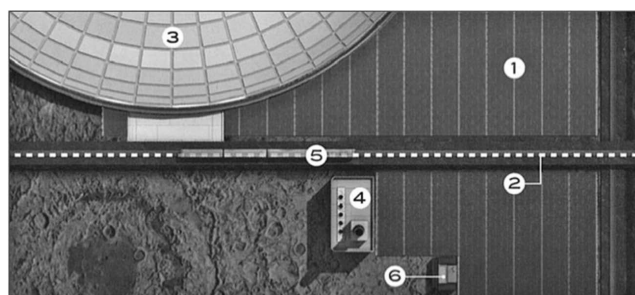
表―1　マイクロ波エネルギー伝送効率

位　置	効　率（%）	
宇宙	月蝕の影響	99.9
	太陽光集光率	95
	太陽光⇒電力変換効率	17
	月面電力伝送効率	85
	電力⇒マイクロ波変換効率	75
宇宙～地上	大気透過率	98
地上	マイクロ波⇒電力変換効率	76
	商用電力網への接続効率	95
全体稼働率		80
総合効率		5.82

表―2　レーザエネルギー伝送効率

位　置	効　率（%）	
宇宙	月蝕の影響	99.9
	太陽光集光率	95
	太陽光⇒電力変換効率	17
	月面電力伝送効率	85
	電力⇒レーザ変換効率	35
宇宙～地上	大気透過率	98
地上	レーザ⇒電力変換効率	65
	電気分解効率	90
全体稼働率		80
総合効率		2.20

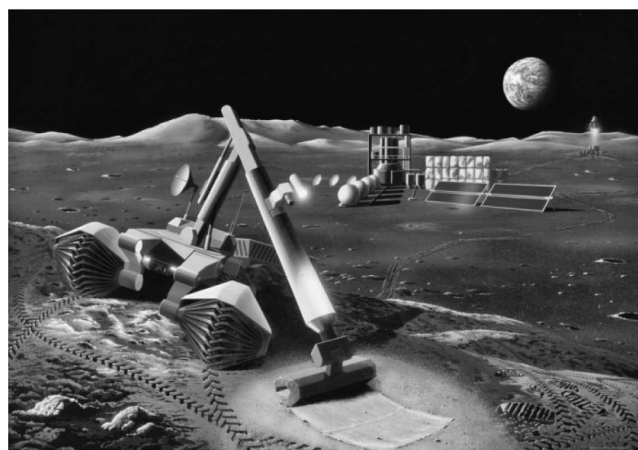
5. 月発電所の施設と建設

月面に設置される主な施設を**図―7**に示す。月太陽電池（ソーラーベルト）は最大幅 400 km，全長 11,000 km（赤道 1 周）の壮大な建造物となる。ベルト中央には赤道に沿って送電ケーブルと輸送ルートが設置される。また，その周辺（月の表側）には地球へのエネルギー伝送のためのマイクロ波送電アンテナとレーザ送光装置が設置される。

①月太陽電池　②送電ケーブル　③マイクロ波送電アンテナ　④レーザ送光装置　⑤　月赤道上輸送ルート　⑥自走式太陽電池生産プラント

図―7　月発電所の施設構成

月面は地上に比べ起伏が大きく陸地だけの地形であるため，太陽電池の設置には平坦な場所を選び，建設の難しい起伏の激しいクレータの縁付近は避ける。

地球から月への輸送コストを削減し，維持管理を容易にするために，月発電所の建設に必要な資材の大部分は月面で調達される。特に構成要素の大部分を占める太陽電池や電力輸送用の金属材料あるいは土木建築資材などにおいて，月資源の利用が期待される。

月面での人の滞在には，生命維持のための複雑なシステムが適切な規模で必要となる。そのため月発電所の建設では，作業の安全性やコストを考慮して可能な限りロボット技術が活用される（**図―8**）。建設ロボットは地上で製造したものを月に輸送する。ごく少数の人間が交代で短期間の月面滞在をしながらロボットの管理と維持を行う必要もあるが，基本的には，作業の大部分は地上からの遠隔操作で行われる。地上から直視できる月の表側ではロボットと直接通信を行い，月の裏側では月軌道上の通信リレー衛星を利用する。これにより，地上の運用基地から 24 時間連続で工事の実施・管理が可能となる。

図―8　月資源採取ロボット

6. 構想実現に向けた技術検討

本構想の実現には，大きく分類して発送電技術と月面建設技術が鍵となる。

発送電技術に関しては，1968 年の米国ピーター・グレイザー博士による宇宙太陽発電（Space Solar Power, SSP）の提唱以来，各国の研究者による構想提案あるいはエネルギー伝送や太陽電池に関連した技術的な検討が進められている。それらの中でも 1990 年代に実施された宇宙飛翔体を用いたマイクロ波によるエネルギー伝送実証は，我が国が世界に誇るべき成果といえる[1]。近年では，宇宙航空研究開発機構（JAXA）と一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構（旧 USEF）を中心として，基礎的な技術の確立から宇宙実証レベルまで，要素技術とシステム開発の

両面で日本全体の技術力を集結した検討が進められている[3]。本構想の実現においては，これらの検討成果は不可欠となる。

一方月面建設技術に関連しては，筆者のグループにおいて月資源利用や月面建設さらには月面居住に必要なシステム等についての検討を1980年代後半から進めている。これらの検討は，アポロ計画によって得られた月に関する様々なデータを基盤としたものである。既に，月資源からの酸素や水あるいは建設資材の製造に関する大まかな技術見通しが得られている[11]。しかし，本構想の重要な構成要素である太陽電池に関しては，その月面での製造，発電効率，配線，維持・管理等に関連したさらなる検討が必要である。

このような状況ではあるが，2020年代には月面の有人拠点建設や宇宙からの電力伝送実験などが計画されており，その後の技術は大きく進展すると期待される。したがって，2035年には月発電所の建設着手が可能になると思われる。

7. 月太陽発電構想がもたらす未来社会

月太陽発電構想が実現すると，地球が埋蔵する化石燃料を燃焼利用することが無くなり，クリーンな電力と水素のみを利用するため，地球環境が大幅に改善される。同じくクリーンなエネルギーとして現在開発・運用されている自然再生可能エネルギーは，月からのエネルギーとの相互補完により，さらなる安定供給が実現する。また月からの潤沢なエネルギーを利用すれば，過去の廃棄物を再資源化することが可能となり，希少金属などは完全リサイクルされる。

地球は地表面積の約70％が水で覆われているにも拘らず，飲み水として利用できる量はその0.01％と言われており，世界中には安全な水が充分に得られない地域が沢山存在している。本構想によって作られた淡水は，飲料水や食料育成用としてこれらの地域に供給される。

さらに本構想の最大の特徴は，世界中のエネルギー取得機会を均等化することにある。地下資源を持たない国でも均等にエネルギーを取得できるようになり，エネルギー覇権争いなどは地上から消滅する。

8. おわりに

本報で紹介した月面のメガソーラー発電（ルナリング）は，現状ではまだ単なる構想であり，本誌に掲載されている他の報文とは大きく趣を異としている。その実現には，先に述べた技術検討に加え世界中からの了解と経済的な協力が不可欠となる。また，月の利用や月発電所の建設・運用に関する国際法的な整備も必要になる。このように山積する課題を抱えた構想ではあるが，いずれも解決できない課題では無いと信じている。冒頭に述べたような地球全体が抱えている課題を解決するというマイナスからゼロを目指すだけではなく，月からのクリーンで豊富なエネルギーを人類の更なる発展に向けプラスに活用することが，本構想の最大の目標である。地球環境，省資源，省エネルギーなどの概念は未来永劫に亘って重要であることに変わりは無いが，そればかりを言われ続けてきた若い世代の人たちが，将来にもう少し明るい未来を描けるような構想を提案し，その実現に向けた努力を継続していきたい。

J C M A

《参考文献》

1）松本紘：「宇宙開拓とコンピュータ」，共立出版, 1996.10
2）内閣府：「宇宙基本計画（平成25年1月宇宙開発本部決定）」，http://www8.cao.go.jp/space/plan/plan.pdf, 2013.1
3）森雅裕他：「JAXAにおけるSSPS実現性検討」，第51回宇宙科学技術連合講演会講演集，2007.10
4）清水建設パンフレット：クリーンエネルギーイノベーション「月太陽発電 LUNA RING」，http://www.shimz.co.jp/theme/dream/lunaring.html, 2009.5
5）松本紘：「21世紀の新エネルギー源「宇宙太陽発電」—人類文明飛躍のために—」，京都大学Webサイト，http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/~matsumot/opinion/sps_99.htm, 1999.11
6）Lunar Sourcebook：A User's Guide to the Moon, Cambridge University Press, 1991
7）中村修治他：「マイクロ波電力伝送試験（地上）の概要」，第15回SPSシンポジウム講演要旨集，PP.2-7. 2012.9
8）津山祥紀他：「薄型化送電モジュールの開発」，第15回SPSシンポジウム講演要旨集，PP.8-11. 2012.9
9）石川峻樹他：「パネル構造をもつSPSのためのパネル位置推定を用いた位相補正技術の研究2」，第15回SPSシンポジウム講演要旨集，PP.2-7. 2012.9
10）International Energy Agency：World Energy Outlook 2008 Edition，2009
11）清水建設宇宙開発室：「月へ，ふたたび—月に仕事場をつくる」，オーム社，1999.10

［筆者紹介］
金森 洋史（かなもり ひろし）
清水建設㈱
技術研究所 高度空間技術センター
宇宙・ロボットグループ
グループリーダ

特集>>> インフラ

福島沖に浮体式の洋上ウィンドファーム実証施設を設置

浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業　第1期研究開発の取り組み

堀　哲郎・山下　篤・白枝哲次

昨年11月，経済産業省資源エネルギー庁が推進する浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業の一環として福島沖に設置された浮体式洋上風力発電所の実証施設が運転を開始した。浮体式洋上風力発電設備の実証機は世界でも例が少なく，サブステーションを備えた浮体式ウィンドファームの実証は初めての試みである。

世界でも有数の厳しい海象で知られる福島沖において行われた実証施設の建設工事について，2MW級洋上風力発電船と送電ケーブルの施工を中心に紹介する。

キーワード：浮体式洋上風力，浮体式サブステーション，ふくしま未来，ふくしま絆，ライザーケーブル

1. はじめに

我が国の洋上風力開発については，銚子沖や響灘など着床式プロジェクトが本格的に始動したばかりであるが，島国である我が国では着床式に適した遠浅の海底地形は意外と限られており，洋上風力の将来を見据えると浮体式の洋上風力発電システムの開発が不可欠と考えられている。我が国では早くからその必要性に着目して研究開発が進められており，平成23年度より経済産業省資源エネルギー庁から民間企業10社と東京大学で構成する「福島洋上風力コンソーシアム」が浮体式洋上風力発電設備による洋上ウィンドファームの研究開発事業を受託し，実証機建設を含めた研究開発を推進している。昨年はその一環として，浮体式サブステーション，2MW級浮体式洋上風力発電船，それらをつなぐ送電ケーブルにより構成される第1期のウィンドファーム実証施設を福島県沖に建設し，昨年11月より運転を開始した。

ここでは，今後の海洋空間におけるインフラ開発の一助になることを祈念し，特定建設共同企業体を構成して施工した2MW級洋上風力発電船の曳航・据付工事と送電ケーブルの敷設・埋設工事の概要について，以下に記述する。

2. 浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業の概要

本事業は経済産業省資源エネルギー庁から平成23年度に公募され，平成24年3月に福島洋上風力コンソーシアムが受託した。平成23年度から平成27年度までに，福島県の沖合に実証施設を建設して各種データを収集し，浮体式洋上風力発電設備によるウィンドファーム実用化に向けた研究開発を推進するものである。その成果により福島県を再生可能エネルギーの先駆けの地とすることで，復興に貢献することを狙いとしている。

(1) 実施体制とスケジュール

本事業を受託した福島洋上風力コンソーシアムは，民間企業10社と東京大学で構成されている。各構成員はそれぞれ**表─1**に示す研究開発項目及び本事業を推進するために必要な実施項目を推進する役割を担っている。

事業は平成23年度から始まった第1期実証研究と平成25年度から始まった第2期実証研究に分かれている。**表─2**に各ステージにおける実施内容と，建設する実証施設の概要を示す。

(2) 設置する実証施設の概要

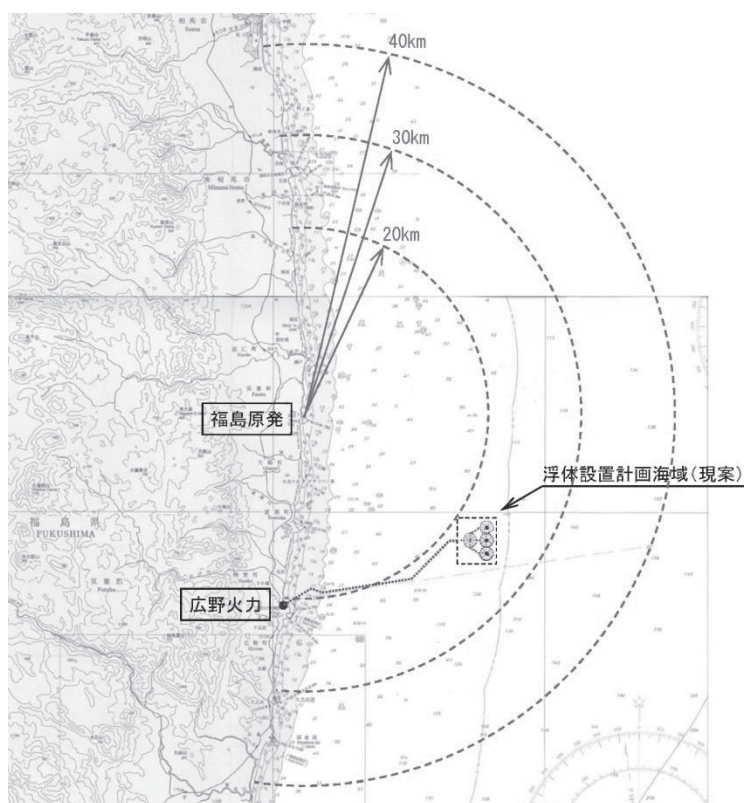
本事業では浮体式洋上ウィンドファームの実証施設を設置する。実証施設の設置海域は，楢葉町の海岸線から沖合約18 km，水深約120 mの海域に設定された（**図─1**）。

ウィンドファームの実証施設は，浮体式の洋上サブステーション1基，2MW級1基と7MW級2基の計3基の浮体式洋上風力発電船，合わせて4基の浮体で

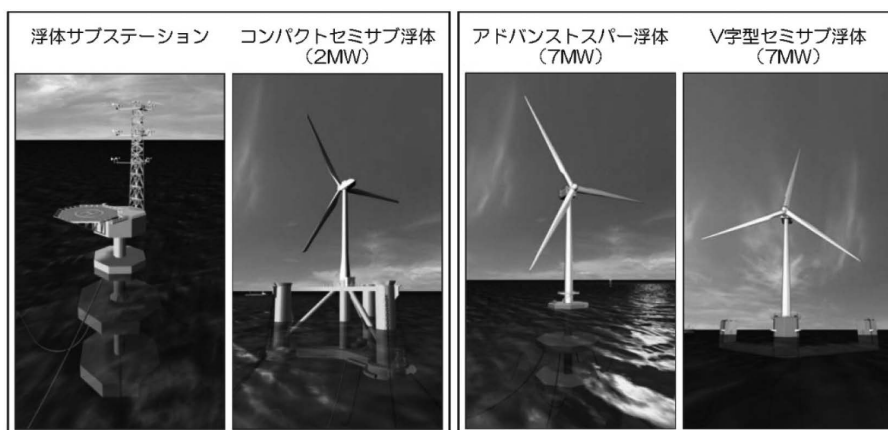
表―1 福島洋上風力コンソーシアムの構成員と主な役割

コンソーシアム構成員	主な役割
丸紅株式会社【プロジェクトインテグレーター】	事前協議・許認可，維持管理，漁業との共存
国立大学法人東京大学【テクニカルアドバイザー】	観測予測技術，航行安全性，国民との科学・技術対話
三菱商事株式会社	系統連系協議，環境影響評価
三菱重工業株式会社	V 字型セミサブ浮体（7MW）
ジャパン マリンユナイテッド株式会社	アドバンストスパー浮体，浮体サブステーション
三井造船株式会社	コンパクトセミサブ浮体（2MW）
新日鐵住金株式会社	高性能鋼材の開発
株式会社日立製作所	洋上変電所の開発
古河電気工業株式会社	大容量ライザーケーブルの開発
清水建設株式会社	海域調査，施工技術
みずほ情報総研株式会社	浮体式洋上風力発電に関する情報基盤整備

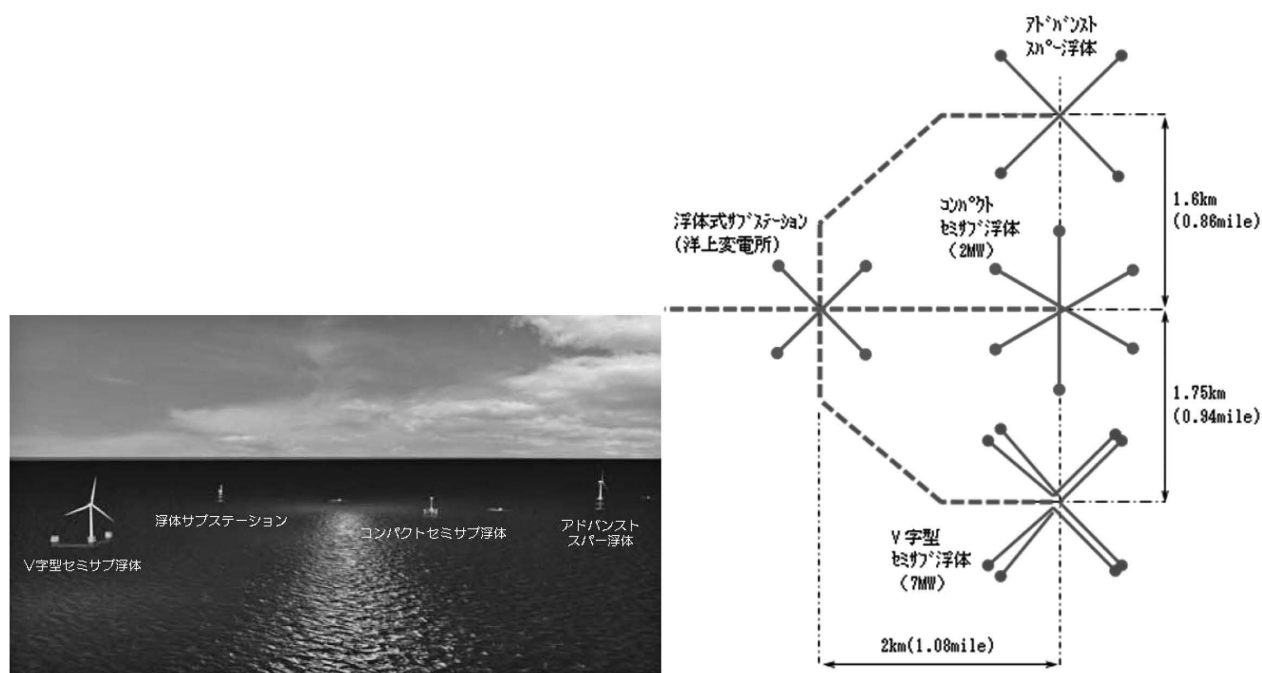
表―2 実証研究のスケジュールと実施内容

ステージ	時期	内容
第 1 期実証研究	平成 23 年度～	2MW 級ダウンウィンド型浮体式洋上風力発電設備，浮体式サブステーション，海底ケーブルの設置と実証研究
第 2 期実証研究	平成 25 年度～	7MW 級浮体式洋上風力発電設備 2 基の設置と実証研究

※海上保安庁刊行の水路図誌を利用して編集
水路通報（W1098） 平成 18 年(2006)・・792・・・23 年(2011)・・1200・・1386

図―1 浮体式洋上ウィンドファーム実証施設の設置海域

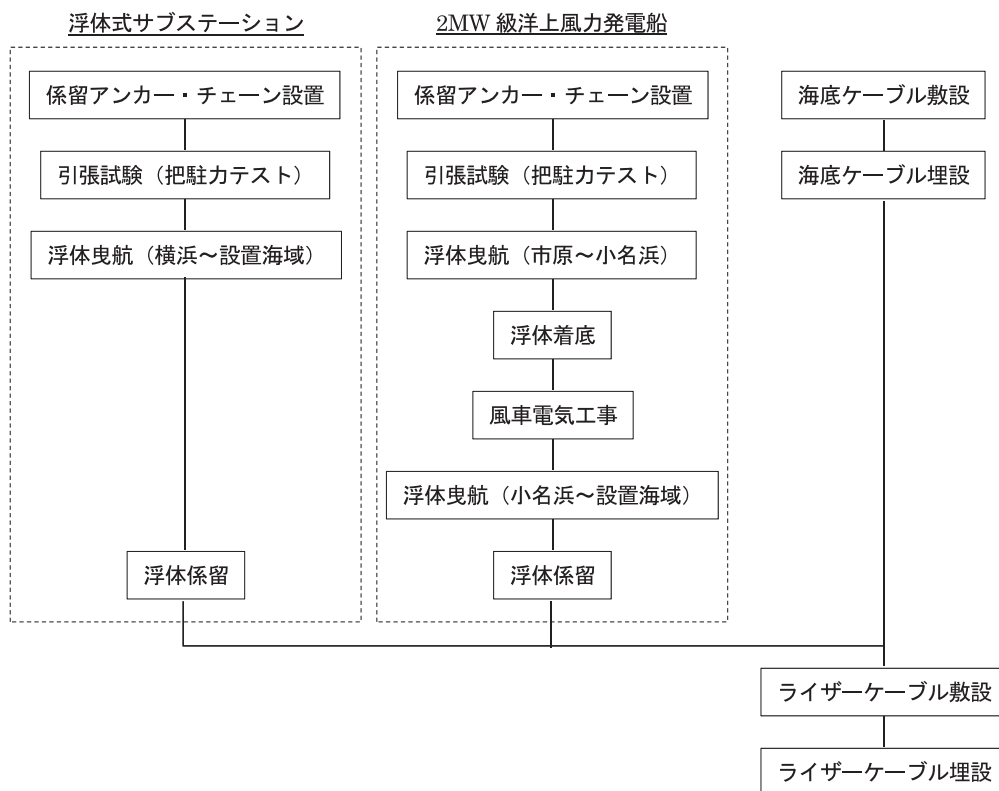
構成される（**図―2**，**表―3**）。風車 2 形式と浮体 3 形式の多様な組み合わせにより，我が国の気象・海象や地勢等に対する各形式の適性や課題を確認することを狙っている。設置海域における各施設の配置計画を**図―3**に示す。なお，浮体式洋上風力発電設備は法律上，船舶として位置づけられ，浮体式サブステーションは「ふくしま絆」，2MW 級洋上風力発電船は「ふくしま未来」と命名されている。

図―2　風車・浮体のイメージ

表―3　風車・浮体の仕様

設備名称	規模	風車型式	浮体形式	設置時期
浮体式サブステーション	25MVA 66kV	―	アドバンストスパー	第１期
コンパクトセミサブ浮体	2MW	ダウンウィンド型	4コラム型セミサブ	第１期
V字型セミサブ浮体	7MW	油圧式ドライブ型	3コラム型セミサブ	第２期
アドバンストスパー浮体	7MW	未定	アドバンストスパー	第２期

図―3　浮体式ウィンドファーム実証施設の配置計画

3. 施工フロー

第１期実証研究における実証施設の施工フローを図―4に示す。浮体式サブステーションはジャパンマリンユナイテッド株式会社の下で施工された。2MW級洋上風力発電船は三井造船株式会社の千葉事業所にて浮体の製作及び風車の組立が行ってから小名浜港に曳航し，小名浜港内で風車内の電気工事を施工した後に設置海域へ曳航した。浮体式サブステーションと同様，事前に海底に設置しておいた係留チェーンと接続する施工手順である。

これらの浮体の曳航・据付工事の工程に合わせて，

図— 4 施工フロー

海底ケーブルの敷設及び埋設の工程を組み込んだ。浮体の係留作業を終えるとともに，速やかにケーブルの端末を浮体内に引き込むよう，現地では施工者間の工程の調整が行われた。

4. 2MW 級洋上風力発電船「ふくしま未来」の曳航・据付工事の概要

ここで，2MW 級洋上風力発電船「ふくしま未来」の各施工プロセスについて概説する。福島沖に設置するこの洋上風車の水面からの高さは 106 m，浮体の幅は 66 m である。係留アンカーは高把駐力アンカーと呼ばれる形式で，係留チェーンに張力を作用させるとアンカー自体が地中に潜り込み，周囲の地盤の耐力によりアンカーが地盤をつかむ力，把駐力を確保する。今回の係留には，自重 35 t の特殊アンカーを用いた。係留チェーンは国内で製造されている中で最大の断面径 ϕ132 mm のチェーンを使用し，本設チェーンの長さは 750 m に及ぶ。

(1) 係留アンカー・チェーン設置

洋上風力発電船は設置海域において，6 条のチェーンで係留される。浮体が現地の設置海域に到達する前に，これらの 6 条の係留アンカー・チェーンを設置海域の海底に設置した。

係留アンカー及び係留チェーンは小名浜港の 3 号ふ頭に水切りされた。係留チェーンは 3 号ふ頭のエプロンにおいて展張し，設置時にねじれが残らないよう整理して並べた。整理したチェーンは，専用の釣り天秤を使用して 500 t 吊クレーン台船「第 50 幸神丸」により吊り上げ，係留アンカー・チェーンの敷設船「新潮丸」に積み込んだ（**写真— 1**）。係留アンカーは爪（フルーク），胴体（シャンク）に分割して搬入され，水切りした小名浜港3号ふ頭にて組み立てた（**写真— 2**）。

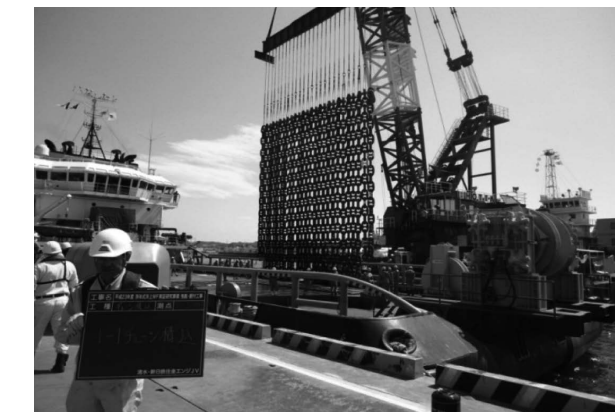
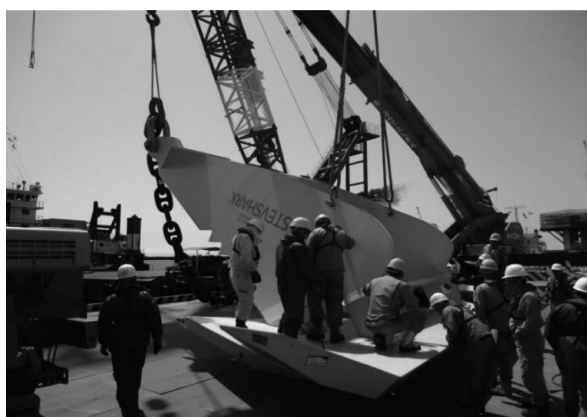
敷設船とともに支援船「新世丸」も設置海域へ回航し，アンカーの端部に支援船から下ろしたワイヤーを接続してアンカーの姿勢を調整しながら係留アンカーを設置した（**写真— 3**）。続けて，敷設船に艤装したウィンドラス（チェーン専用の巻上げ機械）によりチェーンを船上から送り出し，海底に設置した。設置後の係留アンカー及びチェーンの状況は，支援船に搭載した ROV（Remotely Operated Vehicle：水中ロボット）により確認した。

(2) 引張試験（把駐力テスト）

引張試験（把駐力テスト）とは係留アンカーの効き具合を確認する試験のことで，日本海事協会が策定している「浮体式洋上風力発電設備に関するガイドライン」に基準が示されている。それによれば，係留アンカー・チェーンに作用する最大設計張力を作用させ，

15分間その状態を維持することを確認することとされている。

日本海事協会が要求する試験荷重を考慮し，国内最大の600 t プーラーユニット（**写真—4**）を新規に設計・製作し，作業台船「海島」上に艤装した。

向かい合う1対の係留チェーン端末を作業台船上に引き上げ，片側をチェーンストッパーに固定し，他方をプーラーユニットにセットして牽引した（**写真—5**）。試験後においてもアンカーの移動量はいずれも

写真—1　500 t 吊クレーン台船による敷設船への係留チェーン積込状況

写真—2　係留アンカー組立状況

写真—3　係留アンカー・チェーン設置状況

写真—4　600 t プーラーユニット

写真—5　引張試験の状況

計画値内であった。

（3）浮体曳航

係留アンカー・チェーン設置，引張試験の完了に合わせて，洋上風力発電船の曳航を計画した。曳航ルートを**図—5**に示す。

洋上風力発電船の浮体部は千葉事業所のドックにおいて製作され，同ドック内で風車の組立も行われた。平成25年6月27日に洋上風力発電船はドックを出渠し，5,000 PS級の曳航船2隻，4,000 PS級の曳航船2隻，3,600 PS級の警戒船2隻の計6隻の船団により6月28日に小名浜港へ向けて曳航を開始した（**写真—6**）。海上保安庁の船舶の先導の下，無事に東京湾を通過することができた。

洋上風力発電船は曳航ルートを順調に進み，小名浜港に平成26年7月1日に予定通り到着した。着岸する岸壁の前面の海底に事前に準備したマウンドの上に洋上風力発電船を誘導し，バラストに注水して着底させた。

図―5 曳航ルート（市原～小名浜）

写真―6 2MW 級洋上風力発電船の曳航状況

写真―7 500 t 吊クレーン台船による係留チェーン引上げ作業の状況

写真―8 設置完了後の 2MW 級洋上風力発電船の状況

(4) 浮体係留

洋上風力発電船を着底させた状態で三井造船株式会社が風車内の電気工事，清水・新日鉄住金エンジ JV は浮体係留の準備作業を行った。これらの作業を終え，平成 25 年 7 月 28 日に洋上風力発電船を再び浮上させ，設置海域へ曳航した。

洋上風力発電船が設置海域に到着後，曳航船 2 隻で洋上風力発電船の位置を保持しながら 500 t 吊クレーン台船を洋上風力発電船の近傍に配置し，チェーンストッパー上側のチェーンを引き上げ，クレーン揚程分毎にチェーンを切断しながらチェーンに設計の張力が作用するまでこの作業を繰り返した（**写真―7**）。洋上におけるクレーン作業は，波浪による台船の動揺に伴いクレーンフックが振れるため，海象の影響を受ける。また，福島県沖の海域の特徴である濃霧に悩まされる場面もあった。そのため，洋上において待機を余儀なくされることもあり，難易度の高い作業であったが，台風が襲来するシーズンを迎える前に全 6 条の係留チェーン接続を終えることができた（**写真―8**）。

5. 送電ケーブルの敷設・埋設工事の概要

楢葉町の連系点から浮体式サブステーションをつなぐ 66 kV 海底ケーブルの敷設作業は，洋上風力発電船の設置作業と平行して施工した。また，海底ケーブルと浮体式サブステーションをつなぐ 66 kV ライザーケーブル，浮体式サブステーションと洋上風力発電船をつなぐ 22 kV ライザーケーブルは浮体式サブステーション及び洋上風力発電船の係留後に引き続き行っ

た。ライザーケーブルとは，遮水性を高めた特殊なケーブルの一部に浮力体を取り付けてS字型の形状に設置するもので，浮体の移動に合わせてS字型のケーブル形状が変形するように設計されている（**図—6**）。

海底ケーブルの敷設ルートは砂層の海底地盤を選び，設定された。送電ケーブルの着底部は敷設後に埋設する仕様となっている。砂層がない岩地盤ではケーブルに防護管を取り付ける仕様となっている。

(1) 海底ケーブル・ライザーケーブル積込

66 kV 海底ケーブルは長さ 23.7 km，66 kV ライザーケーブルは長さ 0.9 km，22 kV ライザーケーブルは長さ 2.3 km である。敷設台船「開洋」を事業所の積出岸壁に係留し，台船上に艤装したターンテーブル（ケーブル搭載用の設備）に，工場から送り出されたケーブルの全線を巻き取った。

ケーブル積み込み後，敷設台船は小名浜港へ向けて曳船「俊鷹丸」に牽引されて回航した。

(2) 海底ケーブル陸揚げ・敷設

敷設台船は小名浜港3号ふ頭で準備を行い，最初の施工プロセスである陸揚げが可能な海象となるまで機を待った。連系点のある楢葉町に近い広野火力発電所の北側に位置する岩沢海水浴場が海底ケーブルの陸揚げ地点である。陸揚げルートにはローラーやケーブル牽引用のウィンチなどを設置しておいた。

平成25年6月5日の早朝，波高が下がるのを待って陸揚げ作業を開始した。敷設台船から海底ケーブルの端末を引き出し，陸揚げ地点に向けて引き込んだ（**写真—9**）。ケーブル端末が陸揚げ地点に到達した後，敷設台船がケーブルを送り出しながら沖に向けて移動し，計画のルートに沿って敷設を行った。

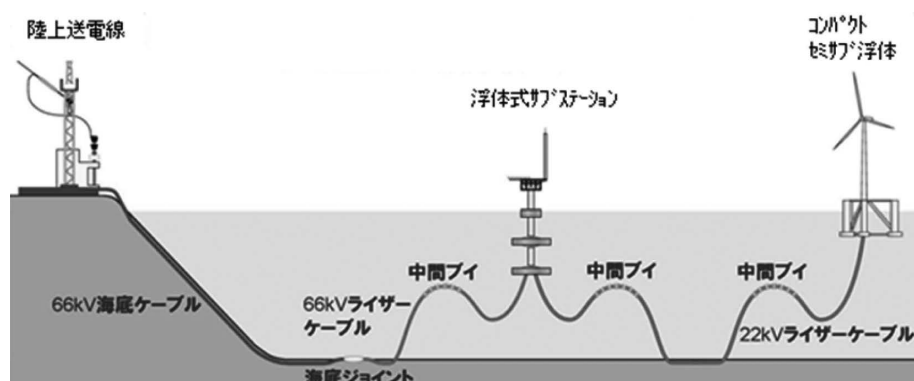
海底面が岩盤である場所に設置したケーブルには，敷設時に台船上で防護管を取り付けたり，あるいは敷設後にダイバーにより取り付けたりした（**写真—10**）。

写真—9　海底ケーブルの陸揚げ状況

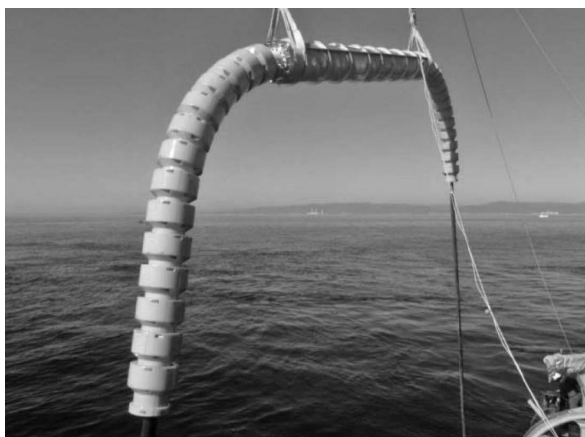
写真—10　ケーブル敷設時における防護管の取り付け状況

(3) ライザーケーブル敷設

各浮体の係留完了後，敷設台船を浮体近傍に配置してからケーブル端末を引き出し，浮体側のケーブル引き込み管に引き込んだ。その際，設計上必要なケーブルの部位に台船上で浮力体を取り付けた。ライザーケーブルの浮遊部の敷設が終わり，敷設作業が着底部に移行してからは海底ケーブル敷設と同様の施工要領を実施した（**写真—11**）。

66 kV ライザーケーブルは，66 kV 海底ケーブルと

図—6　海底ケーブル及びライザーケーブルのイメージ

写真― 11 敷設台船からのライザーケーブル送出しの状況

つながるため，ケーブル敷設が終了する際に 66 kV 海底ケーブルと 66 kV ライザーケーブルの各端末を敷設台船上に引き上げ，ジョイントボックスで接続してから海底に戻した（**写真― 12**）。

写真― 12 ジョイントボックスの設置状況

（4）ケーブル埋設

海底ケーブル，ライザーケーブルとも，着底部は埋設を行っている。埋設は ROV にウォータージェットを噴出するノズルを取り付け，ケーブル周辺の海底面をウォータージェットで緩ませることによりケーブルの自重で沈み込ませる要領で行った（**写真― 13**）。

1 回の施工によりケーブルが沈み込む深さは 20 cm 前後であり，複数回にわたりこの作業を繰り返すことにより，十分な埋設被りを確保している。

6. おわりに

ここまでに紹介した各工事の施工において使用した船舶のほとんどに DPS（Dynamic Positioning System）またはこれに準じたシステムが搭載されており，厳しい海象条件においても高い精度で位置の保持が可能であった。また，今回使用した施工船舶は，それぞれの用途において先端の仕様であった。このような高性能な機械を最大限活用する施工計画であったからこそ，安全を確保しつつ，様々な技術的な課題を乗り越えられることができたと考えている。しかし，これらの施工船舶は洋上風力発電船の施工を想定したものではなく，作業の合理化や効率化においては改善の余地がある。我が国の浮体式洋上風力を発展させ，事業化に至らせるためには，このような改善を進めて経済的な施工ツールを整備し，実績を積み上げていくことが必要である。

写真― 13 ケーブル埋設仕様の ROV 投入状況

なお，本事業では漁業との共存もテーマの一つとなっている。今，浮体の下やケーブルの周りには様々な魚類が集まっている（**写真― 14**）。このような側面においても具体的な効果が表れており，浮体式洋上風力発電の技術的成果とともに，今後の福島の復興において意義ある成果が得られる可能性がある。本事業が多面的に貢献することが大いに期待される。

写真― 14 浮体の下に集まった魚類

謝辞

洋上風力発電船の曳航・設置工事の発注者である三井造船株式会社，海底ケーブル・ライザーケーブル敷設工事の発注者である古河電気工業株式会社には，多大なるご協力をいただき，多くの困難を乗り越えることができた。ケーブルの接続作業を共同施工した株式会社ビスキャス，富士古河 E&C 株式会社とは，共に協力して詳細な検討を重ねたことで，確実な施工ができた。また，地元の漁業者や小名浜港利用業者を始め，船舶関連の全国団体，関連諸官庁・自治体など，様々な立場の方々からご支援をいただくことができ，工事の進捗に大変なお力添えをいただいた。この場を借りて，皆様に感謝の意を申し上げたい。

J C M A

《参　　考》

・福島洋上風力コンソーシアム　ウェブページ

[筆者紹介]

堀　哲郎（ほり　てつろう）
清水建設㈱
エンジニアリング事業本部　新エネルギーエンジニアリング事業部
事業部長

山下　篤（やました　あつし）
新日鉄住金エンジニアリング㈱
海洋鋼構造事業ユニット　プロジェクト部
部長

白枝　哲次（しろえだ　てつじ）
清水建設㈱
エンジニアリング事業本部　新エネルギーエンジニアリング事業部
グループ長

特集>>> インフラ

国内初の沖合着床式洋上風力発電設備の施工

国内保有作業船の活用

林 田 宏 二

2013年1月，千葉県銚子沖合3.1 km地点に国内初の沖合における着床式洋上風力発電設備が完成した。外洋に面した建設地点の海域は常にうねりが入る非常に厳しい海象条件であることから，施工にあたっては，各工種において詳細な事前検討を実施し，フローティングドック（FD）や全旋回式起重機船，自己昇降式作業台船（SEP）など国内に現有する作業船を最大限に活用することで，可能な限り作業条件の緩和と施工の効率化を図った。

本報文では，銚子沖での施工事例の紹介とともに，今後，日本において洋上風力発電を導入していくにあたっての課題について述べる。

キーワード：洋上風力，着床式，重力式ケーソン基礎，フローティングドック，起重機船，水理模型実験，SEP

1. はじめに

日本における洋上風力発電の導入促進を目的とした独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下，NEDO）と東京電力㈱が実施する実証研究プロジェクトにおいて，2013年1月に千葉県銚子沖約3.1 kmの太平洋上に国内初の本格的着床式洋上風力発電所（以下，洋上風車）と，洋上における風況特性を調査するための洋上風況観測タワーが完成した（写真―1参照）。両構造物の建設にあたっては，洋上風力の導入が進んでいる欧州に比べて専用の施工機械も十分ではない状況で，常に太平洋からの「うねり」の影響を受ける非常に厳しい海象条件下における初めての建設工事となることから，設計から施工の各段階において試行錯誤を重ねながら慎重に対応を進めた。

写真―1 完成した洋上風車および観測タワー

本報文では，施工上の大きなポイントであった基礎据付工および風車据付工について，国内に現有する各種作業船を工夫して用いた施工概要と，今後日本において洋上風力発電を導入していくにあたっての施工面の課題について述べる。

2. 構造概要

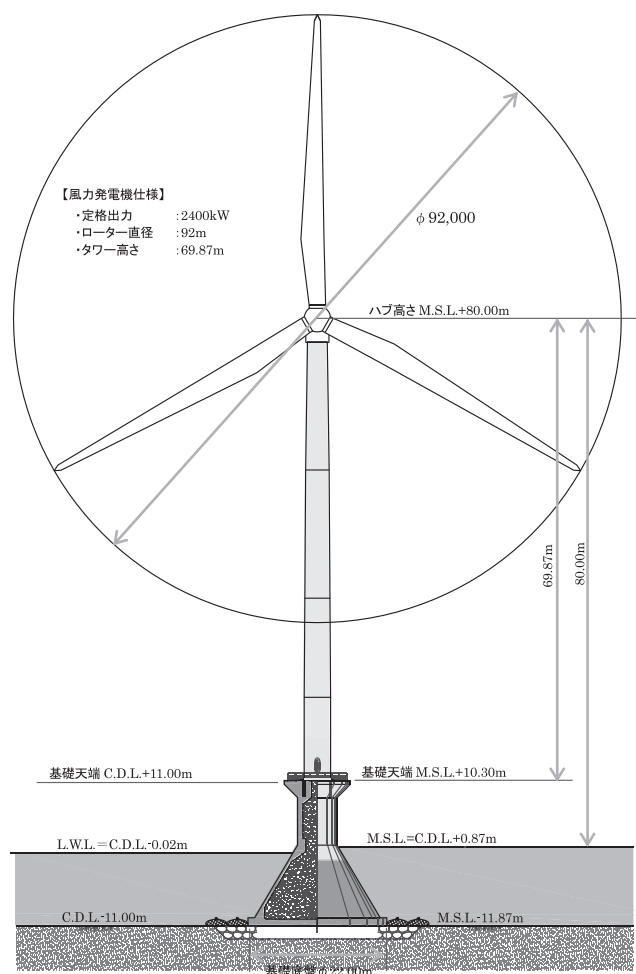
洋上風車の構造概要を図―1に示す。

風力発電機は，定格出力2400 kW，ローター径92 mの機種を洋上仕様としたものを使用している。

基礎は，建設地点の地盤条件から，砕石によって均した海底面に着底させる着床式の重力式コンクリート形式とした。厳しい海象条件下となる建設地点での施工時間短縮を図るために，中空のケーソン構造とし，事前に構築したのちに建設地点まで海上輸送・据付を実施し，その後に高比重の中詰材を投入することで重力式基礎として機能させる工法を採用した。

3. 全体施工フロー

建設地点である銚子沖で実施した施工フローおよび施工場所の概略を図―2，3に示す。

本工事では，風車1基のみの実証研究であるために特定の基地港を持たず，複数の港を利用して各作業を

図—1　洋上風車構造概要

工種＼場所	鹿島港 -14m泊地	銚子 黒生・名洗	横浜 MHI横浜	銚子沖 建設地点	木更津
浚渫				浚渫 →	陸揚
砕石均し				砕石均し	
基礎据付	積込 →			基礎据付	
中詰材投入		積込 →		中詰材投入	
洗掘防止		積込 →		フィルターユニット設置	
風車据付			積込 →	風車据付	

図—2　風車施工フロー（銚子沖）

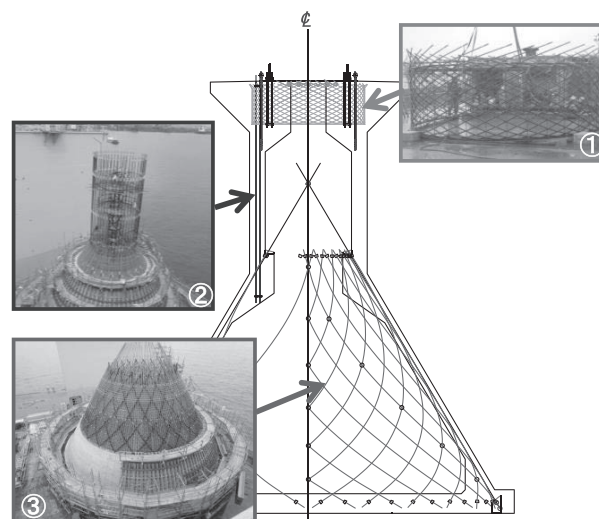
図—3　施工場所

実施した。

以降に，**図—2**に示す工種のうち，基礎据付（製作・運搬含む）および風車据付の施工概要について示す。

4.　基礎据付

（1）基礎の製作

基礎構造については，**図—4**および**表—1**に示すように各部に多様なPC鋼材を効率的に用いることで，高い構造安全性と軽量化による海上輸送・据付の施工性を両立させている。また最小壁厚が50 cmとなる基礎斜壁部をはじめ，非常に過密な配筋となるために,使用するコンクリートは,底版部以外の斜壁部,鉛直壁部，頂部については，自己充填性を有する高流動コンクリートを使用することで作業の効率化および品質の確保を図った。さらに，干満帯付近の鉄筋およびせん断補強筋についてはエポキシ樹脂塗装鉄筋を採用し，洋上における耐塩害性能を高めている。

図—4　PC鋼材配置

表—1　基礎に使用したPC鋼材

部位	使用したPC鋼材仕様
①頂　　部	シングルストランド工法 （プレグラウト鋼材：1S17.8）
②鉛直壁部	エポキシ樹脂被覆PC鋼棒 （SBPR 930/1180，Φ 32）
③斜 壁 部	内部充てん型エポキシ樹脂被覆PC鋼より線 （9S15.2）

基礎の製作にあたっては，岸壁に接岸させて11000 tフローティングドック（以下,FD）上で実施した（**写真—2，3**参照）。

これは，基礎の運搬・据付に使用する全旋回式起重機船（吊り能力1600 t）に対して，風車基礎の単体重

写真―2　岸壁に接岸した FD

写真―3　FD 上での基礎製作状況

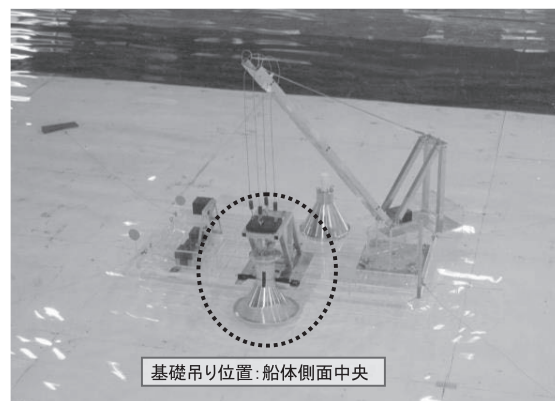
写真―4　基礎の積替（FD →起重機船）

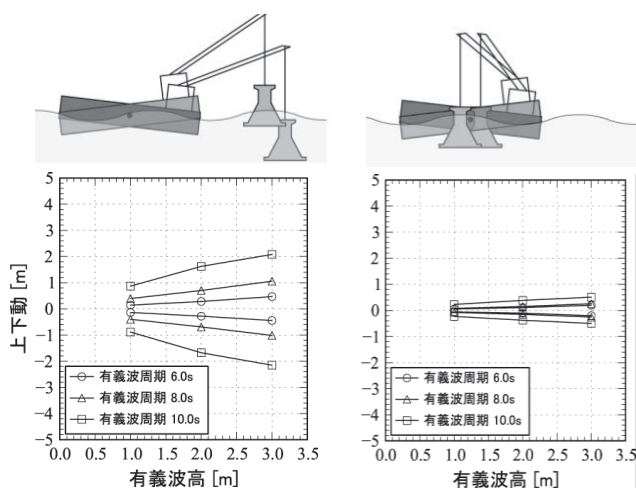
量が約 2400 t となり，そのままの状態では吊り上げ作業ができないことから，**写真―4** に示すように基礎を積載した FD を沈下・海底面に着底させ，基礎に浮力を作用させることでクレーンの吊り能力以内の荷重とし，起重機船への積替を行うためである。

また，FD を使用することで長期間岸壁ヤードを占有することなく基礎の製作が行えるというメリットも生まれている。

(2) 基礎の運搬・据付

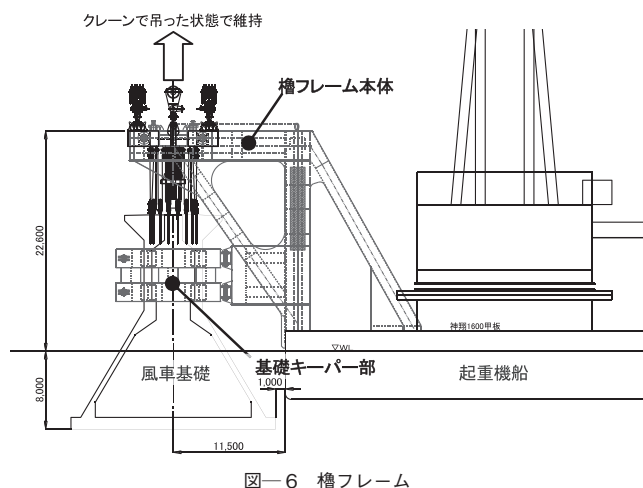
基礎の運搬は，基礎を吊って浮力を作用させた状態で，茨城県鹿島港から銚子沖建設地点まで 60 km 以上の海上輸送となる。出港から基礎を据付し，帰港するまでの一連の作業で 36 時間必要となることから，作業時はもちろんのこと，天候急変等の緊急時対応のためにも，波浪による基礎の動揺をできるだけ小さくして，起重機船の機動力を最大限に発揮できるようにすることが重要となる。

そこで，事前に**写真―5** に示すような水理模型実験および解析を行い，基礎の搭載位置による動揺量に関する事前検討を実施した。

写真―5　水理模型実験状況

その結果，**図―5** に示すように起重機船の縦揺れ（ピッチ）の回転中心となる船体側面の中央位置で基礎を配置することで波浪による船体の動揺の影響を最も小さくできることを明らかにした。

図―5　水理模型実験結果

事前検討で得られた知見を踏まえて，**図―6** に示すような専用の櫓フレームを開発し，起重機船の船体側面中央に艤装することで，動揺量が小さくなる位置での基礎の運搬と同時に据付作業を可能とした。

風車基礎の運搬および据付作業状況を**写真―6，7** に，作業実績についてまとめた結果を**表―2** に示す。

作業当日の現場海域は有義波高 $H_{1/3}$ = 0.6 ～ 0.8 m，有義波周期 $T_{1/3}$ = 7 ～ 8s と事前に設定した作業条件内であり，所定の許容値に対して，非常に高い精度で基礎の据付を実施することができた。

図―6　櫓フレーム

写真―6　基礎運搬状況

写真―7　基礎据付状況

表―2　基礎据付出来形

		許容値	実績値
据付平面位置	東西方向	± 3.3 m 以内	東に 1.02 m
	南北方向	± 3.3 m 以内	南に 0.70 m
水平度	東西方向	0.82 度以内	東に 0.04°
	南北方向	0.82 度以内	南に 0.01°

5. 風車据付

（1）風車据付作業

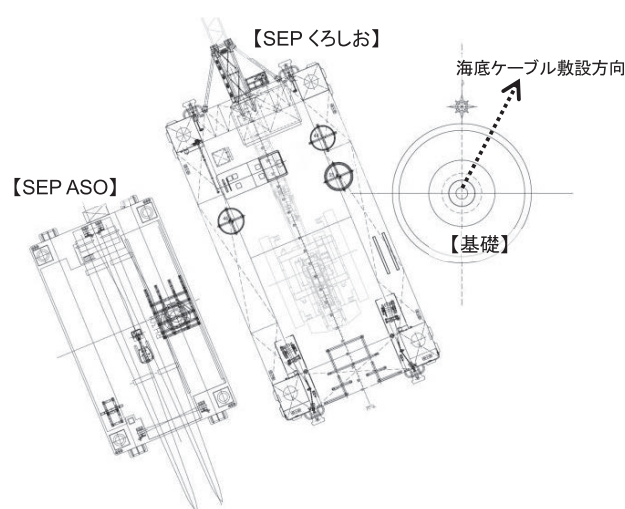
風車の据付には，自己昇降式作業台船（以下，SEP：self elevating platform）を用いた。SEP を用いることで海面上において安定した足場を確保でき，作業稼働率の向上を図ることが可能となる。

本工事では，2 隻の SEP（「SEP くろしお」と「SEP ASO」）を用いて，**表―3** に示すように風車部材，650 t クローラクレーン，その他必要な資機材を全て積み込み，建設地点で全ての作業を行えるようにした。

表―3　SEP 仕様および主要搭載部材

	SEP くろしお	SEP ASO
船体寸法（L×B×D）	48 × 25 × 4.2 m	34 × 20 × 3 m
積載荷重	1060 t	500 t
洋上風車	・650 t クローラクレーン ・タワー（1 ～ 3 節） ・ナセル	・ブレード（No1 ～ 3） ・タワー（4 節） ・ローターヘッド

部材積込後，建設地点まで SEP を曳航し，クレーン能力と据付順番等を考慮して基礎周りに配置し，据付作業を実施した（**図―7**，**写真―8** 参照）。

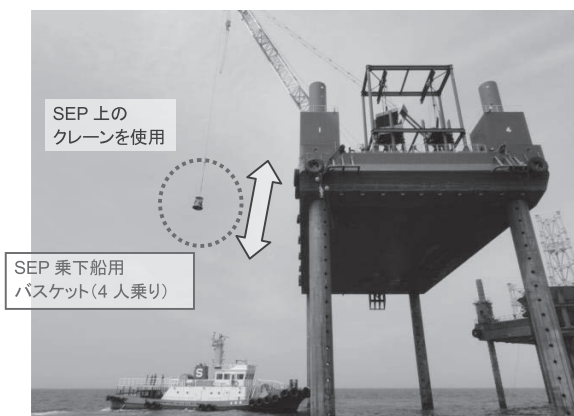
風車部材の据付については，SEP を用いることで陸上における風車据付と同等の精度で作業を行うことができた。

図―7　SEP 配置状況

写真―8　風車タワー据付状況

なお，風車据付時の稼働率（SEP 入域～出域まで）は，計 6 つの台風を含む荒天の影響を受けたが，64％（ちなみに，台風の影響を受けなかった風況観測タワーでは 87％）を確保することができた。

（2）専用アクセス船

SEP を用いることで作業における海象条件を緩和することができるが，さらに SEP を用いるメリットを最大限に生かすために，日々の作業員の移動についても，**写真―9，10** に示すようにタグボートの後部にデッキを艤装した専用アクセス船を傭船し，欧州の油田プラットホームなどで用いられている人員移動用バスケットを用いることで，海象状況によって SEP に乗下船できない状況を極力排除した。

写真―９　専用アクセス船およびバスケット

写真―10　バスケットを用いた作業員移動

風車据付後，海底ケーブルの敷設・接続（別工事）を行い，試運転調整を経て，2013 年 1 月末に無事に発電を開始した。

6．今後の課題・展望

前述したとおり，本工事では，風車 1 基だけの実証研究であることから，基地港や施工機械も十分ではない状況で乗り切らざるをえなかったが，今後事業としてウインドファームのような大規模な建設工事を行うにあたっては，これらの整備は必須要件となる。

現状においては，風車施工のための基地港を検討する場合，岸壁地耐力や長期間占有等々の問題が発生するケースが多いと考えられる。また施工機械についても，欧州で主流となりつつある定格出力 5000 kW 以上の大型風車を据付可能な SEP や直径 6 m を超えるような大口径の杭を打設できるハンマーも国内にはない状況である。

他にも今後クリアすべき課題は山積しており，これらの課題に対して，事業者や施工者の努力による対応策の模索は当然のことであるが，同時に国や自治体の施策等によるリードも期待されるところである。

7．おわりに

今回，日本初の本格的洋上風力発電所の建設工事において，国内にある作業船を工夫しながら活用し，高い施工精度と安全性を確保した作業を実施することができた。

今後も本工事で得られた様々な知見を活用することで日本における洋上風力発電の発展に寄与できるよう努めていきたいと考えている。

なお，本報文で報告した内容は，NEDO と東京電力㈱による共同研究「洋上風力発電等技術研究開発　洋上風力発電システム実証研究」の成果の一部であり，関係各位に謝意を表す。

JCMA

［筆者紹介］
林田　宏二（はやしだ　こうじ）
鹿島建設㈱
環境本部　新エネルギーグループ
次長

ずいそう

ゼネコン機械屋の半世紀

三　浦　　久

私が機械屋として過ごした半世紀についてお話したいと思います。

私がゼネコンに入社した半世紀前（1968年）の建設現場では，鋼管杭を打つ場合，ディーゼルハンマーが一般的であり，音・振動・ばい煙が出るのは当たり前でした。現在は，官庁の規制や住民からの苦情などにより，既製杭の打設から無振動・無騒音工法の杭打ちに変わっています。この半世紀で振動や騒音を考慮した建設機械が開発され，環境面・経済面・安全面に大きな改善がなされました。

海工事では，杭打船が必要となりますが，大型杭打船（ハンマーD70 櫓高さ60 m級）は日本に何隻もなく全国を周回しながらの打設であり，現場の工程は杭打船に合わせざるを得ませんでした。横浜支店には杭打船（ハンマーD40 櫓高さ40 m級）が1隻ありましたが，リベット構造の台船（米軍からの払下品）であった為漏水がひどく，台船を替えないと沈没する恐れがありました。自分がゼネコンに入社して最初の仕事がこの台船を交換する工事でした。新造船の台船に旧杭打船の艤装品を載せ換え，船名を第一大成丸から第八大成丸としました。船が出来たあとこの船と共に京浜コンビナートに移動し，数多くの出荷桟橋の鋼管杭を打設しました。その後，1980年から横浜ベイブリッヂに移動し，直径10 mのオープンケーソン工事に使用するアーム式水中掘削機やVSL圧入装置（500T×8台）を開発し工事を行いました。

1988年にベイブリッヂの隣の橋である鶴見つばさ橋をニューマチックケーソン工法（函内圧力0.3 MPA以上）にて施工しました。

ケーソン工事では，0.3 MPAの函内に入ることは大変厳しいものではありましたが，作業終了後，マンロックから出て入浴した後の気分は何物にも代え難いものでした。

1994年に担当した海底管挿入工事では，首都高速湾岸線工事で休止となっていた海底管（外径1,067 mm×長さ3 km）に新設海底管（外径864 mm×長さ3 km）を挿入しました。

DP船による深層水取水管敷設作業

この工事では，挿入管内の圧力を保持したまま圧入する装置（VSL100Tジャッキ×4台）を新規に開発・製作しました。

1995年には，H型鋼土中切断装置を開発しH型鋼（350H）の土中切断撤去を実施しました。切断方法はフランジ間にケーシング（外径250 mm×2本メガネ型）を圧入し，ケーシング内よりアブレーシブジェット（200MPAの圧力水＋ガーネット）を噴射する方法としました。

2000年4月に本社に移動となり深層水工事を担当しました。深層水工事における取水管敷設（延長5～6 km）は3泊4日の外洋への船旅であり，昼夜連続の厳しい作業でした。

2001年から2005年までに三浦深層水工事，岩内深層水工事，のと深層水工事と羅臼深層水工事，伊東深層水工事（水深800 m）と5本の深層水工事を手掛けました。

伊東深層水工事の海域で取水管の敷設を行うにあたり，敷設船はDP船（ダイナミックポジショニング船）を使用しました。10,000T台船に2,000HPのエンジン4基を艤装することは膨大な費用がかかることではありましたが，大水深での施工には無くてはならない船であったことは言うまでもないことです。3泊4日の取水管敷設工事の間に突発的な時化が2度もあり，10,000T台船が木の葉の如く大揺れとなりました。この危機的状況を回避できたのもDP船のお陰であり必需品であったと思います。

ゼネコン退職後は㈱アクティオ技術部に転籍し，レンサルティングの具体化に取り組んでいます。レンサルティングとはレンタル＋コンサルティングの意味でありソリューションと同意語です。現在は，湖底にて岩掘削する機械の開発中であり，2014年末には天ヶ瀬ダムにて使用する予定です。この機械を使用することにより，全周回転掘削機による湖底の岩掘削は必要がなくなり，大幅な工事費の削減になると思われます。

1968年から半世紀に及んで経験したことを，雑駁に述べさせていただきました。この中で学んだことは次の2つであり，これからの人に伝えて行きたいと思います。

1.「何事に付け積極的であれ」（数多くの技術を学ぶことが新技術に繋がる）

2.「物事の本質を見極めることが問題解決に繋がる」

最後になりますが，厳しい環境下での施工や初めての工事において，大きな失敗もなく過ごせたことは，関係した全ての人のお陰であり，ただひたすら感謝の一念であります。この場をお借りしてお礼を申し上げます。

――みうら　ひさし　㈱アクティオ　常務執行役員技術部長――

切り干し大根

弘 金 恭 明

平成26年1月で満69歳になりました（一説には古希とは数えの70歳とある）。

これまで病気といえば，広島勤務の時（昭和58年）「A型肝炎」が流行り大学の先生が原因はカキだと発表したので，広島はカキが特産物なので大きな社会問題となった。母が広島市の出身で小さいころから生ガキを食していたので，この説は間違いと思っている。

私の場合，病気の原因は，5月末に土日2週続け田んぼを耕しに帰省し（山口），帰りがけに妹の嫁ぎ先で水道水を飲んだことでした。2週間目の帰省後2，3日すると小水が紅茶からコーヒー色に変わりあわてて医者に行きましたら，すぐに逮捕入院となって40日入院しました。

2回目は今から10年前のゴールデンウイークのすぐ後，胸に今までにない不安感を感じ医者に駆け込むと，狭心症の発作といわれ，その原因が総合病院で血圧の下の数値を下げるためにもらった薬とわかり，まさに医者に毒を盛られた形になりました。

その薬を飲まなくなって以来，発作は一度もおきていません。

3回目は，草刈りが引き金です。もう15年間，槌野川の草刈りを「一斉清掃日」の前までに年2～3回しております。刈っているのは隣の地区の持ち分で，高水敷があってかなりの面積があります。

この地区は住宅地を求めて来た家ばかりなので草刈り機なんか持った人はいません。

ある年我々の地区の持ち分が終わり，しばらくして犬の散歩に行くと小雨の中，ご婦人方が高水敷を鎌で刈っておられました。これを見て犬の散歩道くらいは草刈りをしてあげようと，それ以来，一斉清掃日までに鎌で刈れる程度を残して草を刈っております。

5年前だったと思いますが一斉清掃日まで雨の日が多く，なかなか刈れない年がありました。やっと前々日になって梅雨明けと同時に晴れたので，午後会社を休んでやっとの思いで刈ることができました。たしか1時から5時半くらいまでかかったと思います。

数日後，OB会の親睦コンペがあって，約1時間の運転時間中ずっとミゾオチのあたりが表に出ない「しゃっくり」のような感覚を不規則な間隔を置いて何度も感じました。また冷たい水を飲んでも治りませんでした。気にはなりながらもゴルフが終わり，帰りの運転中ずっと同じ感覚が続きました。

家に帰ってビールを飲んでいる時また同じ感覚に襲われ，何気なく脈を診ると脈が4～5回に1回くらい飛んでいました。あわてて娘に夜間診療所に連れて行ってもらいましたが，その時は症状が出ず無駄足に終わりました。2，3日後会社に出たときまた感じるので近くの循環器科に行くと心電図に不整脈の症状が出ていました。しかし幸いにも危険なパターンではないと言われホッとしました。自分で感じない人が多いようですが，私の場合はドキッと感じるので気持ちのいいものではありません。

原因は草刈りの日の気温が35度以上あってズボンまで汗びっしょりだったことです。

慣れない汗を一度にかくと血液中のマグネシュウムとカリウムのバランスが崩れ，コムラ返しが起きる原因になるそうです。これと同じように筋肉の命令系統が誤作動して不整脈を起こしたようです。ポカリスエットを飲んだのですが，医者曰く定期預金がなくなってからいくら補給してもダメ，先に預金してから普通預金を出しなさいとのことでした。

これは現場の熱射病対策にも通ずることです。ちなみにマグネシュウムとカリウムの補給ですが，どちらも野菜，海藻等に含まれていますが，カリウムは余分な塩分を体外に出す働きもあるようです。

このカリウムが桁違いに多く含まれる食品があります。それは先人の知恵の「切り干し大根」で，他の食物より群を抜いて多く含んでおります。以来週1回くらいのペースで「切り干し大根」を食しています。その後1，2年は，寝不足したりするとたまに感じていましたが，段々と少なくなり，近年まったく症状はなくなりました。自分では「切り干し大根」のおかげと思っています。

これからも「切り干し大根」を食べて，元気で古希を迎えたいと思います。

――ひろかね やすあき 洋林建設㈱ 顧問――

平成 26 年度

一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞 受賞業績

一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞は，我が国の建設事業における建設機械及び建設施工に関する技術等に関して，調査・研究，技術開発，実用化等により，その高度化に顕著な功績をあげたと認められる業績を表彰し，もって建設事業の高度化を推進することを目的としております。

平成 26 年度は，7 件の応募があり，その中から会長賞選考委員会（委員長：深川良一　立命館大学教授）において厳正な審査を行った結果，下記のとおり，3 件が選考され，去る 5 月 28 日に開催された当協会通常総会後，表彰されましたのでご紹介致します。

なお，誌面の都合上，一部表記を原文とは異なる表現とさせていただいておりますことをお断りします。

受賞業績及び受賞者

■会 長 賞

・**山岳トンネル施工の安全性向上に貢献する「ロングブーム吹付機」の開発**

清水建設株式会社
古河ロックドリル株式会社

発想の転換を実感させる提案。作業手順を変えることで安全性を高めるという着想から新たな機器開発を行い，安全性と施工性の向上を実現したもので，実用面の課題も解決した汎用性に富む技術として，多くの選考委員より高く評価された。

■奨 励 賞

・**緊急小型車両の通行を想定した新しい緊急橋の実験的研究**

国立大学法人広島大学大学院
一般社団法人日本建設機械施工協会施工技術総合研究所
東北学院大学

災害時の緊急対応性に特化することにより，可搬性や架設の迅速性など，現場利用を想定して機動性を高めている点など，新規性，将来性のあるテーマとして高く評価された。

■貢 献 賞

・**3D モデルを用いた非開削拡幅セグメントの設計施工システムの開発**

株式会社安藤・間
首都高速道路株式会社
株式会社横河技術情報
カヤバシステムマシナリー株式会社

現場に即した 3D モデルの活用事例であり，CIM の先駆的事例でもある。セグメントの設計・製作・据付に至る一連の作業の工程短縮を可能にした点，施工システム（特に合流・狭隘部でのセグメント組立への活用）まで開発した点などが高く評価された。

平成 26 年度　一般社団法人日本建設機械施工協会　会長賞（概要）

山岳トンネル施工の安全性向上に貢献する「ロングブーム吹付機」の開発

清水建設㈱，古河ロックドリル㈱

業績の概要

山岳トンネルの掘削工事においては，切羽の過度の応力解放の抑制と崩壊リスクの低減は，施工の安全，地山の安定およびトンネルの品質の観点から重要課題である。特に，軟弱地山の掘削時において，掘削直後に応力解放された状態である切羽面に早期にコンクリート吹付けを行い，地山の過度の緩みを抑制し，切羽面を安定化することは非常に有効である。しかしながら，掘削作業直後は切羽付近に大量のずりが堆積しているために，従来は，切羽まで吹付け機を近づけることが困難であり，ずり出し後に吹付け作業を実施することが一般的であった。その結果，ずり出し中に切羽近傍の地山の緩みが進行し，安全性，安定性が低下することがあった。

このような安全性向上にむけた課題を解決するため，ずり出し前に吹付け作業を行うことを主目的とし，奥行き方向で従来比1. 4倍もの吹付け範囲をカバーできる伸縮ブームを持つ「ロングブーム吹付機」を開発した（**写真**― 1, 2）。

業績の特徴

開発した吹付機は，切羽の安全性・安定性の向上，施工の安全性向上，サイクルタイムの短縮に貢献する。導入効果を以下に示す。

①ずり出しに要する地山解放時間を短縮できるため（**写真**― 3），地山の過度の緩みを抑制し，切羽面を安定化できる。⇒施工の安全，地山の安定およびトンネルの品質が大幅に向上（特に軟弱地山にて効果が大きい）。

②吹付機を切羽から離して配置することができるので，落石等により作業員や機械が被災する可能性を低減することができる。⇒施工の安全性が向上。

③通常施工では，トンネル断面の中央に単独で吹付け機を設置し，吹付けを実施している。ロングブーム吹付機は，片側の壁面付近に配置，あるいは他の重機後方に配置しても，ブームを伸長することにより全周を吹付けできる。結果，吹付け作業と他の重機による切羽作業の同時施工が可能である（**写真**― 4）。⇒トンネル掘削におけるサイクルタイムが短縮。

写真― 1　ロングブーム吹付機

写真― 2　従来の吹付機

写真― 3　ずり出し前の吹付け状況

写真― 4　吹付けと他作業の同時施工状況

平成 26 年度　一般社団法人日本建設機械施工協会　貢献賞（概要）

3D モデルを用いた
非開削拡幅セグメントの設計施工システムの開発

㈱安藤・間，首都高速道路㈱，㈱横河技術情報，カヤバシステムマシナリー㈱

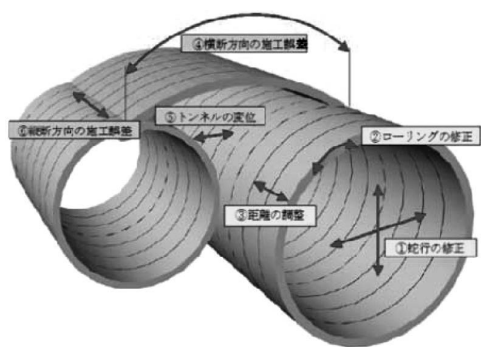
業務の概要

本システムは，首都高速道路大橋ジャンクションの非開削による道路トンネルの分合流部拡幅工事向けに開発された工法で，既に掘進を終了した2本のシールドトンネルの測量を行い，新設する拡幅部のアーチ形状をした鋼製セグメント（図―1の青色部分）（アーチセグメント）を3Dモデルを用いて，既存出来形に合わせて設計するシステムと狭隘な空間でアーチセグメントを組立てる装置から構成されている。

2本の既存セグメント間を接続するためアーチセグメントは1リングごと弧長とピースのローリング角の調整を行い形状に合わせた（図―1）設計製作が必要となり本システムが必要となった。

業績の特徴

- 2本の既存シールドトンネルとアーチセグメント接続部の測量データ入力により3D モデルを作成（図―2）し，アーチセグメントの基本形状からアーチ部の弧長とピースのローリング角の調整を自動的に行い製作する形状を決定し，製作図を出力するためセグメント製作期間の短縮ができた。
- アーチセグメント組立後の測量データを入力し，その後のアーチセグメント組立のシミュレーションを行い修正するため設計精度の向上が図れた。
- 狭隘な空間でアーチセグメント組立装置（写真―2）を用いることによりアーチセグメントを安全に組立てることができた。
- 既にアーチセグメントの設置工事は終わり，実用性も確認されている。

図―2　3D モデル作成図

図―1　トンネルの計測概念図

写真―2　アーチセグメント組立装置

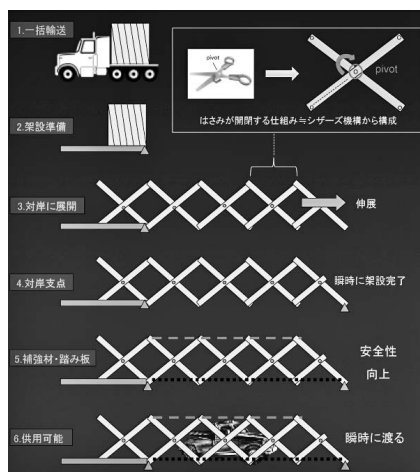
写真―1　アーチセグメント仮組

平成 26 年度　一般社団法人日本建設機械施工協会　奨励賞（概要）

緊急小型車両の通行を想定した新しい緊急橋の実験的研究

広島大学大学院，施工技術総合研究所，東北学院大学

業績の概要

大雨，地震による道路や橋などの社会インフラ構造物の損傷は，地域集落の孤立化を引き起こすのみならず，復旧・救助活動を行う人々のアクセスまでも阻害する。そのため，一刻も早いリカバリーが切望される。そこで，被災した生活道路の即日仮復旧を目標とした，折畳み可能な緊急橋「モバイルブリッジ TM」を当研究グループでは提案し，開発研究を進めてきた（**図― 1**）。橋梁の主構造に，シザーズ機構と呼ばれる展開構造系を応用しており，橋全体が折畳まれることにより，①組立てた状態での橋システムの一括輸送が可能②重機などによる現地組立作業を極力排除できる③基礎工事を必要とせず，一括架設が片岸から可能④伸縮特性を活かした橋の再利用が可能などのメリットが生じ，短時間での施工が可能となる。

図― 1　モバイルブリッジの開発コンセプト

表― 1　開発研究した実験橋の概要

実験橋	プロトタイプ機	MB1.0
実物写真		
仕様	上路橋/人用	下路橋/車両用
スパン長	8.2m	6.9m
本体重量	約100kg	約1ton
架設時間	人力展開で2分	10分程度

本論文では，大型モバイルブリッジの部分試作機の開発研究を通じて，本橋の設計・製作に関するノウハウを培った。また，試作機を用いた基本的な伸縮機構の確認や種々の構造実験を行うことで，力学的なメカニズムを学術的に明らかとすることができた。

業績の特徴

当研究グループでは，開発プロジェクトを通じて，人用，車両用と 2 機の実験橋の開発に成功しており，上路橋や下路橋，また中路橋でも用途に応じて設計・製作が可能である（**表― 1**）。モバイルブリッジの最大の特徴である機動性が損なわないように，モバイルブリッジの構造部材や床版などには，軽量かつ高剛性なアルミニウム合金素材を採用している。橋の死荷重を軽減させることにより，本業績で扱った大型試作実験橋（MB1.0）でも安全に橋の展開と収納操作ができる（**写真― 1**）。

また MB1.0 では，現場施工をより単純かつ短時間で実施できるように，本体シザーズの展開動作に連動して，床版を自動的に設置する工夫を施している。そのため，橋の展開架設後は速やかに車両の往来が可能となる。実車両を用いた載荷実験では，最大 1.4 t の車両に対して，最大負荷が許容設計応力値に対して 2 倍以上の安全率を持つことを明らかとし，橋としてのシザーズ構造体の力学特性を実証的に評価した。

将来的には，油圧による橋本体の簡単かつオートマチックな展開動作の導入を想定しており，物資の少ない災害現場でも迅速に架設できるよう検討している。

写真― 1　実験橋（MB1.0）を用いた展開動作確認と使用の様子

CMI 報告

CIM の実現に向けて
～米国調査の参加報告～

藤島 崇

1. はじめに

国土交通省は，平成 24 年度から建築分野での BIM（Building Information Modeling）を建設分野に拡大導入して，建設事業全体での生産性の向上を図る CIM（Construction Information Modeling）の導入検討を開始した。民間の業団体においても，CIM 技術検討会を発足し，国土交通省に設置された CIM 制度検討会と有機的に連携し，両輪となって CIM の実現に取り組みを進める体制を構築した。

（一社）日本建設機械施工協会は，CIM 技術検討会（11 の研究機関）のメンバとして，三次元オブジェクトや ICT 等を活用する手法の方向性と技術的な実現性の検討を進めている。

平成 25 年度はその一環として，BIM の導入実績が豊富な米国で CIM（米国では BIM と CIM の分類はない）の普及を推進する政府関係者，CIM を研究分野とする学術関係者，CIM 導入実績が豊富な建設コンサルタントや施工会社との意見交換，実務事情の調査を目的とした技術調査団（土木学会土木情報学委員会）に参加し，米国における CIM の取組み事例，CIM に関する研究の動向，CIM の適用効果についての考え方等について意見交換を行ったので報告する。

表―1 CIM 技術調査団メンバー

	氏名	所属
団　長	矢吹　信喜	土木学会　土木情報学委員会　委員長 大阪大学大学院工学研究科　教授
副団長	本村信一郎	国土交通省　大臣官房技術調査課 技術管理係長
副団長	藤澤　泰雄	建設コンサルタンツ協会 情報部会 ICT 委員 CIM 技術専門委員会委員長
	影山　輝彰	日本建設情報総合センター研究開発部
	東出　成記	先端建設技術センター　研究第一・第二部　部長
	藤島　　崇	日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所　研究第三部　研究課長
	杉浦　伸哉	日本建設業連合会インフラ再生委員会 技術部会委員
	福地　良彦	オープン CAD フォーマット評議会 CIM 技術　参与

2. 調査団メンバと調査工程

本調査団のメンバは**表―1**のとおりである。また，大まかな訪問先と調査行程を**表―2**に示す。本稿では，各訪問地区における調査結果の中から主な事項を報告する。詳細については，土木学会　土木情報学委員会

表―2 主な訪問先と行程

日付	行動・訪問先	地域
9/23	① Mercury 会議室 受・発注者による CIM 導入事例紹介と意見交換 ② Parsons Brinckerhoff 社 事例紹介と意見交換	ニューヨーク
9/24	WTC にて BIM 導入現場視察	ニューヨーク
9/25	③イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校 BIM 関連研究紹介 米国陸軍工兵隊 BIM 研究員らと意見交換	シカゴ
9/26	AUTODESK 社会議室 Presidio Parkway 現場視察	サンフランシスコ
9/27	④スタンフォード大学 BIM に関するワークショップ BIM による ROI に関する調査結果紹介と意見交換	サンフランシスコ

国土基盤モデル小委員会のHPで米国CIM技術調査報告会の添付資料“米国におけるCIM技術調査2013　報告書”として発表されているので併せて参照頂きたい。

http://committees.jsce.or.jp/cceips07/

3. ニューヨーク地区での調査概要報告

(1) World Trade Center 再開発事業

当プロジェクトの発注者はニューヨーク州・ニュージャージ州港湾局（The Port Authority of New York & New Jersey）であり，パーソンズブリンカホフ&URSプログラムマネジメント共同企業体が「プログラムマネジャ」となっている。総事業費は，2,200億円である。

WTC駅工事ではまず仮駅舎を建設し，後に本設駅舎の施工を行う。

本プロジェクトは，当初，2次元図面での発注予定であったが，プロジェクトの複雑性を考慮して発注側も3次元モデルの活用を決断した。

BIMの活用場面としては，一般住民向けの説明に簡易マスモデルを利用し，6社による設計コンペが実施されて合意形成が進められたとのことである。この内容は一般にウェブ公開されている。さらに設計・施工段階では，WTCだけではなく関連する施設との施工手順の把握に4Dによる概略レベルの施工手順が作成されている（**図—1参照**）。

図は「米国におけるCIM技術調査2013報告書」より引用

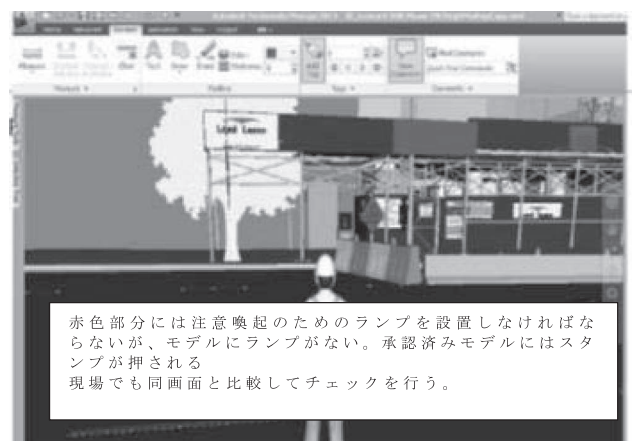
図—1　WTC駅におけるCIMの適用状況

効果としては，複雑な手順を要するプロジェクトの設計・施工段階でそれぞれの請負事業名や工区別にオブジェクトを色分けで表現し，施工計画内容（地下と地上メモリアル）の干渉チェックを事前に行い不整合を確認することができた。また，メモリアル式典の開催日程のため工期短縮が必要となった際の工事区域の管理や工程の調整等で有効に利用できたとのことである。

(2) ニューヨーク市建築局での活用事例

本事例は，ニューヨーク市建築局において，建築工事における安全の監督業務にBIMを活用し，市民の安全確保と行政サービスの向上，監督業務の効率化を同時に実現させせることに成功した例である。ニューヨーク市では新設15階以上，既存10階以上のビルの外壁計画工事に対して安全計画書の提出を義務付けられている。建築工事のうち，新築建設が40%，既存建物の外壁リノベーション，メンテナンスが60%で，年間1100件の安全に関係する申請が実施されている。

従来の業務では，2次元の図面に安全対策の設置箇所や仕様を記載させて提出させていたが，職員が図面上で法規類とのチェックを行うために多くの手間と時間を費やす必要があった。さらに，チェックの抜けがある場合には現場での立ち会いで指摘することもあり，現場作業の中断や手直しなども発生し，工事期間の延長などの原因にもなっていた。この解決策として，2012年5月から正式にビルの改修・施工計画でBIMの適用を開始し，初年度は23の新規プロジェクト，147の改修プロジェクトで実施した。進捗管理はiPad上のBIMモデルで行っており，現場でもモデルを活用している。

最大のメリットとしては，年間10万件の申請処理に対してニューヨーク市建築局職員は100名程しかいないが，BIMを用いることで命に関わらないようなもの（手すりの設置や安全ネットの配置の有無，隙間

図は「米国におけるCIM技術調査2013報告書」より引用

図—2　3Dモデルを利用したチェック

の有無）はソフトウェアが自動的に処理し，局員は重要な項目のチェックのみに集中することができるようになったと説明された。

また，施工者側も，3D データ作成は手間だが，従来は申請から認可まで数ヶ月を要していたが，多くの申請が 1 週間程度で得られ，着工までの期間が短縮されるというメリットと，現場での立ち会い時に中断や停止のリスクを減らすことができるというメリットがあるとのことである。

(3) 建設コンサルタント会社との意見情報交換

パーソンズブリンカホフ社では BIM を VDC（Virtual Design and Construction）と呼んでいる。同社では 15 年をかけて 80 名のスタッフを BIM，VDC に携わる技術者として養成しており，Autodesk の認定指導者が 15 名，スタンフォード大学の VDC 認定資格者が 7 名在籍している。

さらに，プロジェクトのフェーズあるいは作成するモデル情報を縦軸，使用するソフトウェアを横軸とする表形式でリスト化し，BIM の導入段階や目的に応じてどのツールを使用してどのようなモデルを作成するのかを整理し，顧客の要求に迅速に対応できるような工夫もされている。

本意見交換では，BIM の実現に向けて，顧客の役割やプロジェクトのフェーズに応じて BIM として作成するモデルに違いがあり，これを整理し提案，管理できる人材が重要であるとのことであった。

4. シカゴ地区での調査概要報告

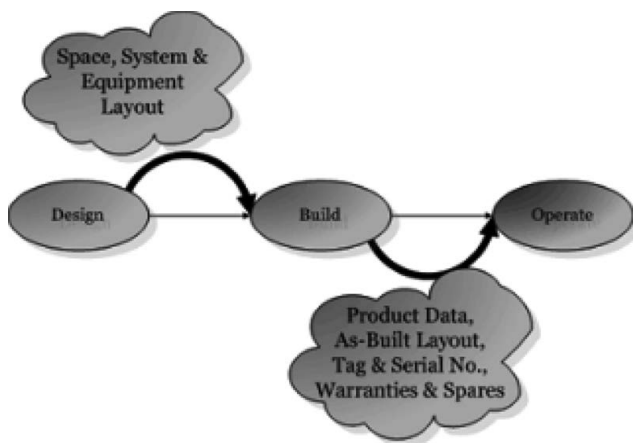
(1) BIM 活用の背景について

ここでは，BIM の活用の背景として，BIM が導入される前の工事では 6 年間も完成が遅れ，180 億円ものコスト増があったのに対し，BIM の活用工事では工事の遅延もなく，不測の事態のための積立金は全て事業者に戻るなどの効果が示された。この違いは，もちろん BIM の適用によるものだが，特にプロセスのマネジメントが重要だと強調していた。

施工者は施工中に疑問が発生した時に設計者について正式に問合せをする RFI（Request For Information）の手続きを実施するのが一般的で，2 週間程度仕事が止まることが多く，すべての従事者が仕事ができない状態が発生する。これらの無駄を極力削減するため，設計者やサブコンも含めたチームが BIM を使い，一堂が会し，モデル内でリアルタイムに調整を行う「Social BIM」というマネジメント手法を実施しているとのことである。

(2) BIM の維持管理への活用 -COBie

COBie（Construction Operations Building Information Exchange）は，調査・設計・施工の各段階において，設備や機器，その仕様や内容，設計変更等の書類や成果を，標準化したフォーマットに入力，コンバートすることにより，維持管理に必要な情報を大きな手間をかけないでリアルタイムに収集しようとするシステムである。COBie は，米国陸軍工兵隊（US Army Corps of Engineers）の研究所に所属する研究員の Bill East 博士が開発し，2014 年 10 月から米国陸軍工兵隊が発注するすべての建設プロジェクトで本格的に運用が開始される予定とのことである。

COBie の基本コンセプトは，維持管理の視点から部品化された 3D モデルに ID を付与し，ID に関連した属性情報をエクセルなど表形式でリンクさせていることである（例えば，建物の壁等ではなく，部屋をパーツとして設備や機器等のメーカーや製品番号，仕様等の属性情報が関連づけられている。理由として，部屋の壁は壊れることは少なく，比較的頻繁に取換えや修理を必要とする設備や機器の個数や仕様が判明するだけでよい。無論，設備や機器の詳細 3D モデルもモデル化していない）。

図は「米国における CIM 技術調査 2013 報告書」より引用

図—3　COBie のイメージ

5. サンフランシスコ地区での調査概要報告

(1) スタンフォード大学における取組み -CIFE

スタンフォード大学では，25 年前に Center for Integrated Facility Engineering（CIFE）を設置し，BIM/CIM を活用できる人材育成と効果の検証についての研究を行っている。米国における BIM に関する研究背景については，日本と同様に，他産業に比べて

低い生産性と増加するインフラの維持管理の効率化が主な動機となっている。CIFE のカリキュラムでは，社会資本の構築に関して業務プロセスを分析･整理し，3D モデル等を活用して，建設に係わる全ての関係者が合理的（ローリスクでローコスト）にビジネスを進める方法の研究・構築が進められる。

CIFE 所長の John Kunz 氏との意見交換では，BIM の導入に至るプロセスが重要であり，BIM を用いて何をどのように改善するかの明確な目標設定を行うことが重要だと彼らは指摘していると感じた（**図―4** 参照）。

Discussion: For an upcoming project, plan tasks to use BIM

- Specify – BIM show two examples of each
  - Purposes: who will use the BIM and for what purpose
  - Content: things to model in a BIM
  - Level of Detail (LOD) of BIM content
- Model – author BIM(S) show a sketch
- Analyze - make predictions show two examples
- Evaluate - wrt Specification explain how
- Decide: plan next steps explain how
- Iterate

図は「米国における CIM 技術調査 2013 報告書」より引用

図―4 BIM 導入の考え方

次に，長年 BIM に関する調査研究を続けている Autodesk 社 Ken Stowe 氏による BIM の投資収益（ROI：Return on Investment）に関する講演では，プロジェクトに同じものはなく，各々異なるゴールや問題が存在するが，BIM の効果として着目すべき項目の一つは，リワーク（やり直し）をいかに少なくするかであるとの説明があり，多くの事例から，リワークによるロスは全体のうち 12％程度で，BIM を活用してこの 12％をどう変化させるかを分析することが重要だと指摘された。

さらに BIM による経済効果の内訳については，建築工事（デザインビルドの場合）においては，概ねオーナーつまり発注者が 65％，設計者は 2％，サブコントラクターや下請け企業，専門工事会社は 20％，設備，電気，配管などの専門工事業者が 20％程度の分配になるとの見解も示された。

一方で，米国においても土木工事では適用事例や効果検証例が少なく，今後の取り組み課題と認識していることや，日本と同様に土木工事では設計と施工に壁があるといったコメントもされている。

6. おわりに

本調査における工事例や大学での研究を通じて感じたことを以下に要約した。

・米国では生産性の向上に向けて REWORK を無くすという観点で，関係者が自分自身でコントロールできる部分が何処かを抽出し，解決に必要な関係者間での共通認識を BIM というツールで確認している。

・BIM の利用者によりモデル化する対象物やレベルが異なっている。

・BIM 導入の為には，互いに損益関係にある関係者を含め，顧客の視点（維持管理は今後の課題のため，現状は設計と施工）でトータルコスト（工期を含む）を最小限に実現する方法をコーディネイトし，かつ 3D モデルの編集や更新もできる BIM エキスパートが必要である。

・BIM の導入初期段階において，関係者が一堂に会するワークショップにおいて，それぞれの損益を定量的に示し，BIM における効果の配分を行うことで，それぞれの役割分担と実施者のインセンティブとなっている。

また，本調査では BIM/CIM に関する発注者・施工者・研究者との意見交換が実現し，CIM 導入の様々な形態，効果，導入の進め方などの貴重な情報を得ることができた。本調査の結果が，日本が取り組みを進めている技術検討会等で活用されることを期待したい。技術検討会の平成 25 年度報告が下記 HP にて公表されているので併せてご覧頂けると幸いである。

http://www.cals.jacic.or.jp/CIM/index_CIM.htm

最後に，御同行頂いた団長・副団長はじめ団員の皆様に渡航中並びに渡航後の調査報告会を含め，大変お世話になりました。

当研究所も微力ではありますが，今後も CIM の導入実現に向けて活動を継続して参ります。

JCMA

［筆者紹介］
藤島　崇（ふじしま　たかし）
一般社団法人日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所　研究三部
研究課長

部 会 報 告

コンクリート機械の変遷 (4)

機械部会 コンクリート機械技術委員会

第3部 コンクリートポンプ及びコンクリートディストリビュータの変遷

1. はじめに

現在，コンクリート打設工事の大半がコンクリートポンプ車により施工されており，世の中にコンクリートポンプ車という建設機械が存在しなければ，これほど早くコンクリート構造物が近代化されなかったと思われる。コンクリートポンプ車はコンクリート打設工事の省力化，工期短縮に大きく貢献している建設機械である。構造物の耐震性向上のため高強度コンクリートによる構造物が一般的に普及してきた現在，コンクリートポンプ車における圧送性や安全性の向上，及び環境問題等の要望に迫られている。ここに，コンクリートポンプの分類を含めその変遷について述べてみたい。

2. コンクリートポンプの草創期

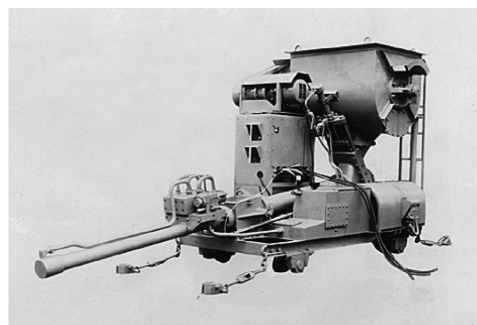
コンクリートポンプの歴史は，1907年（明治40年）ドイツでの特許，及び1913年（大正2年）米国人 Cornell Kee 氏の特許に始まったとされる。その後ドイツ，オランダの国土開発の土木工事に支えられコンクリートポンプの開発が進められることとなり，1923年（大正12年）米国のレックス社が初めて吐出量15 m^3/h の機械式コンクリートポンプ（最大水平圧送距離150 m，同垂直距離23 m）を市場に送り出したとされている。

日本では，石川島播磨重工業が戦後いち早くコンクリート工事の合理化を実現するためコンクリートポンプの国産化を目指し，1950年（昭和25年）に西独のトルクレット社と技術提携を行い国産初の機械式コンクリートポンプが製品化された。その後，1953年頃（昭和28年）から全国的な建設工事を中心に，電力，鉱工業，運輸の各分野に急速に普及するようになり，1960年代半ばより極東開発工業は米国のチャレンジクック社と，三菱重工業は西独のシュビング社と，新潟鉄工は米国のトムセン社とそれぞれ技術提携を行い国産のコンクリートポンプが相次いで開発された。

3. 機械式から油圧式へ

国内における開発当初の1950年代（昭和25年）は国産機も輸入機もすべて機械式クランクシャフト駆動方式（**写真—1**）のコンクリートポンプであったが，1961年（昭和36年）から油圧式コンクリートポンプ（**写真—2**）の開発が行われ発売が開始された。油圧式の特長としては振動，衝撃が少なく駆動機構に無理が掛からない，コンクリートの無段階吐出量調整が可能，重量が軽く可搬性に富む，機械の損耗個所が限定されており保守が容易である，といった利点があるため，これ以降機械式コンクリートポンプから油圧式コンクリートポンプへと発展して行った。

また，この頃より，経済の急成長によって大規模な国土開発が進められ，それに伴い土木工事の増大・大型化は著しく，都市部にあっても旺盛な建設工事が進められた。このような背景の中で，コンクリートポンプは一段と普及が促進されることとなった。

写真—1 機械式コンクリートポンプ 20A 型

写真—2 油圧式コンクリートポンプ PT12 型

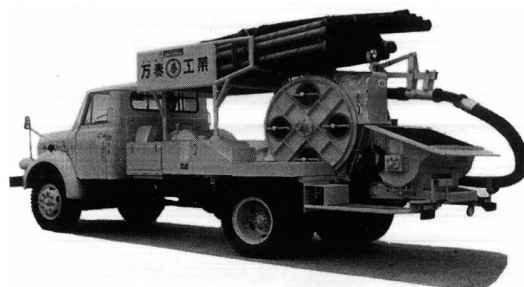
4. 定置式から車載式へ

1959 年頃（昭和 34 年）からコンクリートの製造は現場練りから工場練りに転換し，生コンクリート供給量は急速に伸びトラックミキサは 1961 年（昭和 36 年）から急激に増加した。また，建築工事においてもエレベータータワーやカートによる打設からコンクリートポンプによる打設に転換されるようになり，コンクリートポンプも機動性を必要とされるようになっていった（コンクリートポンプは定置式であったために機動性に乏しかった）。1964 年（昭和 39 年）コンクリートポンプは工事現場での機動性を高めるために定置式コンクリートポンプをトラックに搭載したコンクリートポンプ車（**写真― 3**）が開発され，1965 年（昭和 40 年）より本格的な販売体制を整え，今日のコンクリートポンプ工法の基盤を築くこととなった。そして，1966 年（昭和 41 年）には連続的にコンクリートを圧送できるダブルシリンダのコンクリートポンプ車（**写真― 4**）が開発され，配管車として普及することとなった。

写真― 3　トラック搭載式コンクリートポンプ　PT12T 型

写真― 4　PTB25TP 型（ダブルシリンダ式）

一方，1966 年（昭和 41 年）極東開発工業は米国のチャレンジクックブラザース社と技術提携を行い，日本では初めて 3B チューブのスクイーズ式コンクリートポンプ（**写真― 5**）を発売した。そして翌年（1967 年），圧送性能の向上，ポンピングチューブの高寿命化を図った 4B チューブのスーパースクイーズクリート（**写真― 6**）を発売した。コンクリートは人工軽量骨材コンクリートが使用され始め，高スランプ化となり，当時としては吐出量の大きいスクイーズ式が評価され急激に普及しシェアを伸ばした。その後，ピストン式（油圧式）は吐出量の増大の対応を迫られ，1969 年（昭和 44 年）には油圧ポンプにパワーコンスタント制御（定馬力制御）が採用されるなどしてピストン式は大吐出量化，高圧化といった開発が行われることとなり，数々の高層ビルの建設に使用されることとなった。

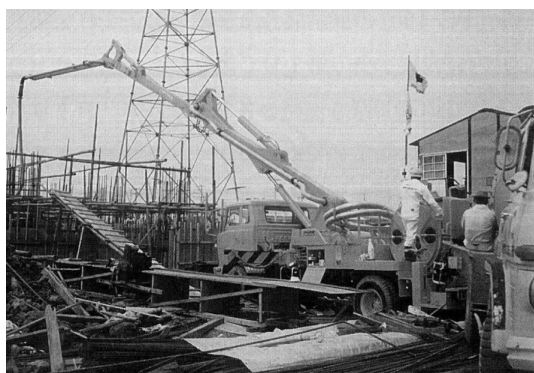
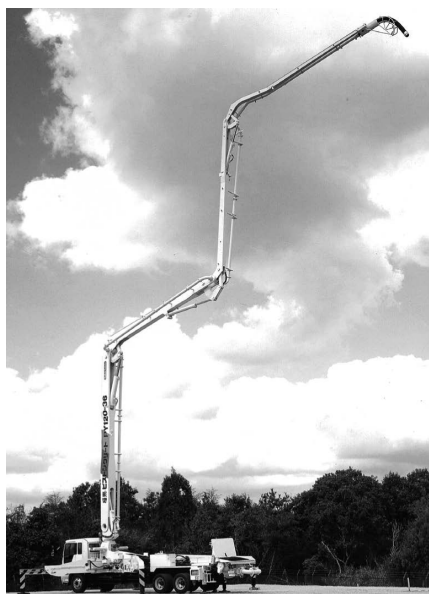
写真― 5　PC-80（スクイーズ式）

写真― 6　スーパースクイーズクリート　PC-100

5. 配管車からブーム搭載車へ

1968 年（昭和 43 年）頃から建築，土木工事の大型化が進み打設工事のスピードアップや省力化に対する要請が強まり，各社はブーム搭載車の開発に鎬を削るようになっていった。ブーム付コンクリートポンプ車（**写真― 7**）はコンクリート輸送管が併設されたブームを備え持ち，ブームの屈折，旋回により輸送管の先端を自由に移動可能な構造となっている。そのため輸送管の設置が容易で，その特徴が業界に歓迎されることとなり爆発的に普及すると共に，その後のコンクリートポンプ車はブーム式が主流となっていった。

その後，打設工事における省力化への寄与はブーム

の長尺化が大きく寄与するため各社とも開発が加えられ様々な形状，屈折段数が市場に投入されていった。国内メーカーにおける最長ブームについて時代を追って見てみると，1968 年 18.5 m，1970 年 20 m，1972 年 21 m，1986 年 29 m，1990 年 31 m，1996 年 36 m となっており長尺化に対応してきている。特に，1996 年（平成 8 年）に道路運送車両法の改定により車両総重量の上限値が 20 トンから 25 トンに大きくなったことを受けて各社よりブームの最大地上高が 36 m のコンクリートポンプ車（**写真― 8**）が開発された。

1996 年から 2004 年（平成 8 年から 16 年）における大型車両の車格別に搭載しているブーム長を**表― 1** に示す。ブーム最大地上高さは 21 m から 36 m になっており 8 トン車には 26 m，22 トン車には 33 m，25 トン車には 36 m となっている。特に 8 トン車の車格（**写真― 9**）においては機動性が良く使い勝手が良いため販売台数は多い。また，ブームの形状，屈折段数は操作性が良い M 型 4 段屈折が採用されており今日では標準的な形状となっている。しかしながら，近年

写真― 7　ブーム付コンクリートポンプ車　PB10-50

写真― 8　ブーム付コンクリートポンプ車（M 型 4 段屈折 36 m ブーム）

表― 1　標準的な車格とブーム長さ

車格（総重量 Ton）	ブーム最大地上高さ m
16（8 トン車）	21 ～ 26
20（10 トン車）	29 ～ 30
22	33
25	36

写真― 9　搭載シャシ 8 トン車　IPF110B

では車両の排ガス規制に伴い搭載シャシのシャシ重量が増大し，ブーム長 36 m のブームが重量的に製造不可能になっており国産で製造されている最長ブームは 33 m となっている。

6. 高強度コンクリートの普及

コンクリートポンプ車における高層ビル打設は 1972 年（昭和 47 年）に高さ 100 m を超える横浜天理教会館ビル（高さ 103 m）が最初である。その後，1975 年（昭和 50 年）に新宿副都心の安田火災海上保険本社ビル（高さ 200 m）及び新宿野村ビル（昭和 52 年 高さ 210 m）で 2 台のコンクリートポンプにおける中継打設で成功させている。横浜のみなとみらい 21･25 街区（MM21）ランドマークタワー（**写真― 10**）では 1992 年 8 月 25 日に最上階 70 階の高さ 296 m の打設が行われ国内最高の圧送高さとなっている。

そして，1995 年（平成 7 年）頃より都心部では高層化，耐震構造，居住性等により高強度コンクリートと言われる圧縮強度が 60 N/mm^2 を超えるコンクリートが見られるようになった。高強度コンクリートは普通コンクリートに比べ，単位セメント量が多いために粘性が高くなり圧送抵抗が増大する。そのため，当時のコンクリートポンプ車の性能では吐出圧力が低く常に最大能力に近い状況での運転を余儀なくされ，圧送業界からは吐出圧力が 10 MPa 以上の高圧コンクリートポンプ車の開発が要求されるようになった。そして，各社は国内で使い勝手の良い車両重量 8 トン車に搭載した 4 段屈折式でブーム長さ 26 m，吐出量 100 m^3/h

写真― 10 ランドマークタワー

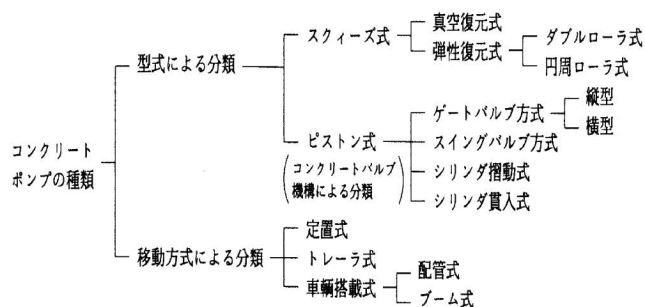
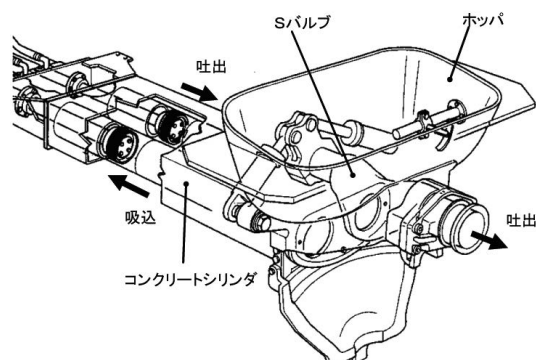
写真― 11 高圧コンクリートポンプ車 PY100-26H

写真― 12 超高圧コンクリートポンプ車 DC-SL1400BDH-M28

クラスを改良，開発を行い高圧コンクリートポンプ車（写真― 11）として市場に送り出している。また，最近の高強度コンクリートはさらに高強度化，高流動化しており強度 100 N/mm^2 のコンクリートの施工例も報告される時代となっている。そのため，近年では超高圧コンクリートポンプ車として最大吐出圧力 14.5 MPa，最大吐出量 135 m^3/h のものも開発されている（写真― 12）。

7. コンクリートポンプの分類

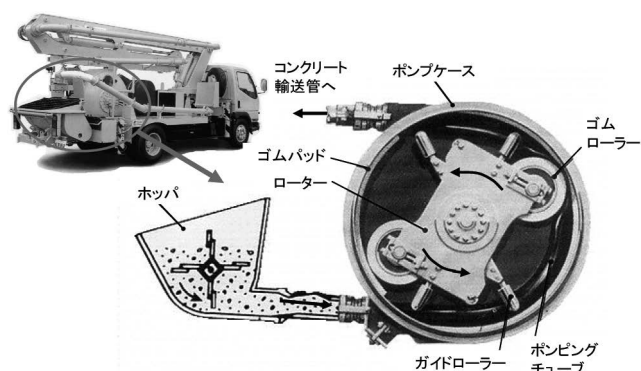
コンクリートポンプは現在型式や駆動方式により分類されている（図― 1）。型式による分類ではスクイーズ式とピストン式に分類されるが，現在稼動中の中型，大型車両に搭載されているコンクリートポンプ車はピストン式が約 8 割で，小型車両に搭載されているコンクリートポンプ車ではスクイーズ式がほとんどとなっている。

また，ピストン式コンクリートポンプは吸入，吐出を行うコンクリートバルブ機構により分類されるが，スイングバルブ式が約 90％を占めており，ゲート式バルブは都市部ではほとんど稼動していない。このスイング式バルブ方式（図― 2）はゲート式バルブ方式に比べ，吐出圧力を高く設定でき構造が簡単なためメンテナンス性が良く，ランニングコストも安いメリットがあり，現在販売されているコンクリートポンプ車

図― 1 コンクリートポンプの分類

図― 2 スイングバルブ

のほとんどがこの方式を採用している。

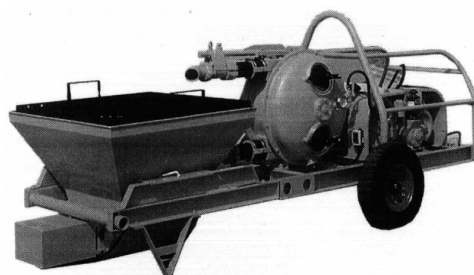
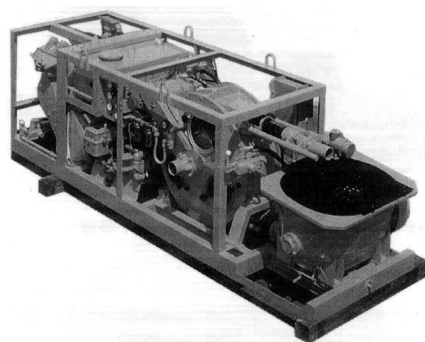
現在，各社はこのスイング式バルブに，さらに性能向上，使い勝手を良くした独自のバルブを開発して製造，販売している。吸込ガイド付スイングバルブは低スランプ，貧配合コンクリートに対する吸込性能を上げるためにスイングバルブに吸込ガイドを取り付けた構造で，従来のスイングバルブより生コンをシリンダに導きやすくしており，土木工事現場などに普及している。また，打設終了後の輸送配管洗浄を簡素化したダイヤクリートバルブ（**図— 3**）は根元の配管を外さずにホッパよりスポンジを挿入して輸送配管洗浄を行うことが可能で，残コン量を低減させている。

一方，中小型車両のコンクリートポンプ車はブーム長が 11 m から 19 m のものが搭載され小回りと経済性に特徴を持たせたスクイーズ式が主流となっており，一般住宅の基礎工事のコンクリート打設の定番機械となっている。スクイーズ式コンクリートポンプ（**図— 4**）は円筒のポンプケース内に U 字形に埋設されたゴムチューブ（ポンピングチューブ）を 2 個のゴムローラで交互に絞り生コンを送り出すことによりコンクリートを圧送する。そのため，構造が簡単で取り扱いが容易となっている。

図— 3 ダイヤクリートバルブ

図— 4 スクイーズ式ポンプの構造

8. 用途の多様化

コンクリートポンプを新分野に適用拡大するため様々な粘性流体の圧送に対応がはかられている。これら各種圧送ポンプに関して記載する。

1970 年から 1980 年代（昭和 45 から 55 年）にはモルタル圧送を主たる目的としたミニクリート，ショットクリートの開発を行っている。ミニクリート（**写真— 13**）は主として床面仕上げのためのモルタル圧送用に開発され，1968 年に第 1 号機の販売を行った。その後，改良して 4 機種にシリーズ展開されている。ショットクリート（**写真— 14**）は掘削後のトンネルにコンクリートを急結剤と共に吹き付けて表面を覆う仮巻工事に採用された。

写真— 13 ミニクリート PS07 改

写真— 14 ショットクリート PQ08-60M

ダム建設工事においては 1985 年（昭和 60 年），当時ポンプ打設は全く不可能とされた最大粒径 80 mm の骨材で低スランプの生コンクリートが使用されていた。そのためダムコンクリート専用車（**写真— 15**）として開発を行い，1986 年（昭和 61 年）より本格稼動している。また，80 mm 骨材コンクリートの打設配管には 200A 管を使用するが，筒先のハンドリングの問題解決のためクローラ式ディストリビュータ（**写真— 16**）と併せて開発されている。

1991 年（平成 3 年）には火力発電所向けとして海水と石炭灰を混練したスラリーを圧送するポンプの開発が行われた。このスラリーポンプ（**写真— 17**）は車載のポンプユニットを定置式として，電動パワーユニットと組み合わせており，海水からの腐食を考慮して開発が行われ，耐腐食性のある材料を採用して製作している。

1999 年（平成 11）には下水汚泥溶融炉のダスト脱

水ケーキ用として圧送ポンプ（**写真─ 18**）が開発された。このポンプには吸入効率を向上させる吸入ガイドが新たに開発され装着されており，吸込性能の性能向上が図られている。

写真─ 15　ダムコン専用車　IPF100TD-6E

写真─ 16　クローラ式ディストリビュータ

写真─ 17　スラリーポンプ

写真─ 18　脱水ケーキ圧送ポンプ　IPG35S-6N

9. コンクリートポンプと安全

近年，コンクリート施工を取り巻く状況は大きく変化しており，コンクリートの使用材料，及び施工条件の多様化等により，コンクリート圧送作業および関連作業において事故が発生している。それを防ぐためにコンクリートポンプ車は特定自主検査（年次）および定期自主検査（月次）と作業開始前点検が法で定められている。特定自主検査では第三者である専門検査業者による検査が望ましく，整備証明業務実施者（登録サービス会社）で適切な整備を行い整備完了証明書を発行するコンクリートポンプ車整備証明制度が施行されている。そして，2010 年（平成 22 年）より 4 年以上経過した車両のブーム等のき裂検査に際して超音波探傷検査（UT 検査）を行うよう定めている。

一方，コンクリートポンプ車の製造業者には 2005 年（平成 17 年）7 月 1 日以降製造するすべてのコンクリートポンプ車に対してガイドラインを定め，ホッパ撹拌装置の緊急停止，自動停止装置，アウトリガ完全開脚位置へのマーキングといった各種安全装置の取り付けを義務づけている。そして，2006 年（平成 18 年）4 月に安全関係規格として「JIS A 8612 コンクリート及びモルタル圧送ポンプ，吹付機並びにブーム装置─安全要求事項」が制定され安全を確保するに当たっての要求事項について規定されている。

10. おわりに

コンクリートポンプ工法は約 45 年前より急速に普及し始めて今日に至っている，コンクリートポンプ業界は高強度，高流動コンクリートや安全および環境に対する新たな課題への対応が求められている。本稿がコンクリート施工に携わる皆様に良いコンクリート構造物の建設と安全作業の確保に少しでも貢献できるよう願っている。

表―2　コンクリートポンプの変遷　年表　昭和

西暦	年号		IHI建機㈱（石川島播磨重工業㈱）	日エダイヤクリート㈱（三菱重工業㈱）	極東開発工業㈱
1950	昭和	25	10形（機械式 定置式）		
1951		26			
1952		27			
1953		28	5形（機械式 定置式）		
1954		29			
1955		30	20形（機械式 定置式）		
1956		31			
1957		32	12A形（機械式 定置式）		
1958		33	20A形（機械式 定置式）		
1959		34			
1960		35			
1961		36	西独 トルクレット社と技術提携	西独 ドイツ シュビング社と技術提携	
1962		37	PT12形（定置式）	BP-25M（定置式）	
1963		38	PT12S形（定置式）、PK20b形（水圧式 定置式）		
1964		39	PT12D形（定置式）	BP-12M（定置式）	
1965		40	PT12T形、PT12TD形、PT12TP形（配管車）		
1966		41	PK20S形（水圧式 定置式） PTA12TP形、PTB25TP形、PTB30TP形（配管車）	BP-30D、BP-15D（定置式）	米国 チャレンジクック社と技術提携 PC-80（配管車 スクイーズ式）
1967		42	PTB30SA形（定置式）、PTC30TP形、PTC25TP（配管車）	BP-15T、BP-30T（配管車）	PC-100（配管車 スクイーズ式）
1968		43	PTC30S形（定置式）、PTC35TP形（配管車）		PC-50（定置式 モルタルポンプ） PB10-10（ブーム車 スクイーズ式）
1969		44	PTC40SA形、PTC40S形（定置式）、PTF40TP形（配管車）	BP-40M（定置式）、BP-50T、DC-100（配管車）	
1970		45	PTF40B形（ブーム車）	DC-60（配管車）、DC-100B（ブーム車）	
1971		46	PTF50TP形、PTF85T形（配管車）、PTF50B形（ブーム車）	DC-80（配管車）、DC-100B5（ブーム車）	PK25（配管車）
1972		47	PTF90S形、PTF85D形、PTF85D形（定置式） PTF60B形（ブーム車）、PTF60T形（配管車）	DC-100BN（ブーム車）	PC40（モルタルポンプ） PK20（配管車）
1973		48			PB10-50（ブーム車 スクイーズ式）
1974		49	PTF60S形（定置式）、PTF60BZ形（ブーム車）	DC-120、DC-90（配管車） DC-110BN（ブーム車）、DC-60M（定置式）	PC08-20M（コンクリート吹付機）
1975		50	PTF85TH形（配管車）、PTF90SH形（定置式）	DC-90（配管車）	
1976		51		DC-120BN（ブーム車）	
1977		52	PTF75BZ形（ブーム車）、PTF65T（配管車）	DC-S115B（ブーム車）	
1978		53	PTF60D（定置式）	DC-S90、DC-S120（配管車） DC-S120B（ブーム車）	PQ14-10、PH14-70（ブーム車 スクイーズ式） PQ14-11（配管車 スクイーズ式）
1979		54	IPF75B形（ブーム車）、IPF65T形（配管車）		PQ05-20M（モルタルポンプ）
1980		55	IPF80B形、IPF55B形、IPF100B形（ブーム車）	DC-A650、DC-A900（配管車） DC-S120B-2、DC-A750B、DC-A900B（ブーム車）	PH10-40（ブーム車 スクイーズ式）
1981		56	IPF100T形、IPF85T改（配管車）	DC-A750B-2（ブーム車）	PQ10-10（配管車 スクイーズ式）
1982		57	PTF85B（ブーム車）	DC-A800B、DC-A1000B（ブーム車）	PH14-52（ブーム車 スクイーズ式） PQ08-60M（コンクリート吹付機）
1983		58	IPF85B、IPF85BH（ブーム車）		PE20-82（ディストリビュータ）
1984		59	IPF110B-7E21、IPF100B-6N27（ブーム車） IPH20B-1N14（ブーム車 スクイーズ式）	DC-A650R（配管車） DC-A800BR、DC-A1000BR（ブーム車）	PH09-50（ブーム車 スクイーズ式）
1985		60	IPG45DT-6N（トレーラ式） 200A-26M D/B（クローラ式ディストリビュータ） IPG45B-6N16、IPF90B-4N21（ブーム車） IPF100TD-6E、IPG45T-6N（配管車）	DC-A1000M（定置式） DC-A1000BS（ブーム車）	PY21-51（ブーム車） PS01、PS03、PS05、PS07改（モルタルポンプ） PH10-50（ブーム車 スクイーズ式） PY21-10（配管車）
1986		61	IPF110S-7E、IPK40SA-4N（定置式） IPF100B-6N22.6、IPF100B-6N32（ブーム車） 200A-30M D/B（クローラ式ディストリビュータ）	DC-A650S（配管車）	PH11-50、PH14-60（ブーム車 スクイーズ式） PH09-51、PH10-51（ブーム車 スクイーズ式） PY21-60（ブーム車） PQ14-11A（配管車 スクイーズ式）
1987		62	IPT100T-7E、IPF50TE-4N、IPF90T-7E（配管車） IPF50B-4N14、IPF100B-6N27（ブーム車） IPF100B-7E27KR（ブーム車）、IPK100SA（定置式）	DC-S1000S-D、DC-S1000S-M（定置式）	PH10-50A（ブーム車 スクイーズ式） PQ11-10（配管車 スクイーズ式）
1988		63	IPF90B-5N21、IPF100B-7E32/4（ブーム車） IPK40SA-6N、IPF150S-6N（定置式） IPH30B-2N16、IPH50B-2N16（ブーム車 スクイーズ式）		PH20-11（ブーム車 スクイーズ式）

表―３　コンクリートポンプの変遷　年表　平成

西暦	年号		IHI建機㈱ （石川島播磨重工業㈱）	日エダイヤクリート㈱ （三菱重工業㈱）	極東開発工業㈱
1989	平成	元年	IPH55B-2N16（ブーム車 スクイーズ式）	DC-M700BS、DC-M700BR（ブーム車）	PH75-25（ブーム車 スクイーズ式） PY110-25、PY60-14（ブーム車）
1990		2	IPF110B-8E21、IPF100B-6N29（ブーム車） IPF100B-8E29、IPG60B-5N17/4（ブーム車） IPF60B-5N17/4（ブーム車）、IPG60T-18N（配管車） IPG60DT-18N、IPF60SA-6N、IPF60S-6N（定置式）	DC-L1000BS、DC-L1000BR（ブーム車）	PH30-11、PH40-14、PH50-14（ブーム車 スクイーズ式） PY21-10A（配管車）
1991		3	IPG115B-8E29、IPF50B-5N16（ブーム車）	DC-M700D（配管車） DC-A1000BD（ブーム車）	PH65-18（ブーム車 スクイーズ式） PY21-20M（定置式）
1992		4	IPG115B-8E26/4、IPG115B-6N29（ブーム車） IPF100B-6N32/4（ブーム車） IPH30B-2N15（ブーム車 スクイーズ式） IPF65DT-6N、IPK70SA-6N（定置式）	DC-SL1000BS、DC-SL1000BR（ブーム車） DC-SL1000BD、DC-L1000BD（ブーム車）	PT80-10（配管車）
1993		5	IPF100B-8E26/4（ブーム車） IPG90T-12E（配管車）	DC-M650BD-418（ブーム車）	PY21-51A、PY21-60A（ブーム車） PY115-31（ブーム車） PH50-16、PH40-16（ブーム車 スクイーズ式）
1994		6	IPG115B-8E32/4、IPJ115B-6N30（ブーム車） IPJ70B-4N18（ブーム車）	DC-S750S-M、DC-S700D-M（定置式） DC-M650BD-516（ブーム車）	PY115-26、PY60-18（ブーム車）
1995		7		DC-S750S-D、DC-S750D-D（定置式）	PH80-26、PH80-26A（ブーム車 スクイーズ式） PY115-31A（ブーム車）
1996		8	IPG135B-6N36/4（ブーム車）	DC-A1000BDH、DC-L1100BD-M33（ブーム車）	PY120-36、PY75-18（ブーム車） PH45-14（ブーム車 スクイーズ式） PT70-10（配管車）、PQ45-10（配管車 スクイーズ式）
1997		9	IPG125B-6N33/4、IPG115B-7E30（ブーム車） IPJ70B-4N18（ブーム車） IPG100DT-13E（定置式）	DC-L1100BD-M33（ブーム車） DC-SL1100BD-M26（ブーム車）	PY120-33、PY75-16（ブーム車） PH20-11A（ブーム車 スクイーズ式）
1998		10	IPG115B-8E26/4、IPJ70B-4N18（ブーム車） IPH30B-2N16（ブーム車 スクイーズ式）		PH65-19、PH65-19A（ブーム車 スクイーズ式） PY80-26H、PY120A-33（ブーム車）
1999		11	IPG35S-6N（定置式）		PH45-14A、PH50-17（ブーム車 スクイーズ式） PY115A-26、PY75A-16（ブーム車） PY75A-18、PY75A-19（ブーム車） PT50-10（配管車）
2000		12	IPG80SA-10E（定置式） IPG115B-8E26/4（ブーム車）		PY120A-36、PY75A-19A（ブーム車） PH35-11（ブーム車 スクイーズ式） PT70-11（配管車）
2001		13	IPG70S-5N、IPG20S-6N（定置式）		PY75B-16、PY75B-19A（ブーム車）
2002		14	IPG80SA-10E（定置式） IPG90B-12E26/4（ブーム車）	DC-M700BD、DC-L1100BM-M33（ブーム車） DC-SL1100BM-M26、DC-SL1100BDH-M26（ブーム車）	
2003		15			PY120-37、PY100-21H（ブーム車）
2004		16		DC-SL1100BD-M26、DC-L1100BD-M33（ブーム車）	PY100-26H、PY75B-16A（ブーム車） PY120-43（ブーム車） PH65-19B（ブーム車 スクイーズ式）
2005		17			PH80-26B、PH65-19B（ブーム車 スクイーズ式） PY115A-26B、PY120A-33A（ブーム車） PY75B-16B、PY75B-19B（ブーム車） PT70-12（配管車）
2006		18	IPG70B-5N17W（ブーム車）		PH35A-11、PH55-18（ブーム車 スクイーズ式） PY120A-33B（ブーム車） PQ45-11（配管車 スクイーズ式）
2007		19			PH65-19BT、PH80-26BT（ブーム車 スクイーズ式） PT85-10（配管車）
2008		20	S34X（ブーム車）		
2009		21	IPG125B-8E26/4（ブーム車）		PY100-26-S（ブーム車）
2010		22		DC-SL1400BDH-M28（ブーム車）	PY100-30-S（ブーム車）

部　会　報　告

ISO/TC 127（土工機械）2014 年 3 月
イタリア国ミラノ市での土工機械に関する国際作業グループ会議報告
ISO/TC 127/SC 1/WG 5（ISO 5006 視界性）国際作業グループ会議
ISO/TC 127/SC 2/WG 9（ISO 20474 安全）国際作業グループ会議

標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会国際専門家（Expert）
原　茂宏（コマツ）

2014 年 3 月に国際標準化機構 ISO/TC 127（土工機械専門委員会）の土工機械に関する ISO 国際標準化を検討する国際作業グループ会議が，イタリア国ミラノ市で開催された。協会標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会から国際専門家（Expert）として出席した原氏の報告を紹介する。

1. ISO/TC 127/SC 1/WG 5（ISO 5006 視界性）出席報告

1.1　会議名称：ISO/TC 127/SC 1/WG 5 国際作業グループ会議

1.2　開催日：平成 26 年 3 月 24 日（月）

1.3　開催地：イタリア国ミラノ市のイタリア国規格協会（以下 UNI）本部　ダヴィンチ

1.4　出席者（敬称略）：下記 18 名

・米国(ANSI)4名:Charles Crowell, Dan Roley（CAT), Rick Wires（John Deere), Steve Neva（斗山 /Bobcat), フランス（AFNOR）3 名：Pierre Picart（フランス国労働・雇用・労使対話省），Jean-Jacques Janosch（CAT），Richard Cleveland（CISMA 建設・荷役・製鉄機械工業会），英国（BSI）3 名: Graham（IMS 社），Henry Morgan（Brigade Electronics），Michael Raynor（HSE 英国安全衛生庁），ドイツ（DIN）3 名：Matthias Groer（コマツハノマーグ），Reinhold Hartdegen（BGBau 建設業職業保険組合），Werner Ruf（Liebherr）, スウェーデン（SIS）3 名: Stefan Nilsson（Volvo），Herman Leufstadius（SIS スウェーデン規格協会），Erik Elster（Atlas Copco），イタリア（UNI）1 名：Giorgio Garofani（CNH/FIAT），日本（JISC）1 名：原（コマツ）

・プロジェクトリーダー兼 ISO/TC 127/SC 1 コンビナー：上記 Charles Crowell 氏（Caterpillar）

1.5　概要及び経緯：土工機械の視界性に関して，現行 2006 年版発行時点ですでに英国安全衛生庁 HSE などからさらに改善が必要との意見があって，以降国際作業グループで検討中であったが，今回で 6 回目の会合。改訂案文も出て, 具体的な内容の議論が始まった。

（A）既存の規格をベースに変更内容を検討する従来の方法と共に，（B）“各機械の速度や操舵角，ブレーキ能力により危険エリアが異なる”ので，そういった方向から新たな基準を作成する方法(英国主導)の 2 つを並行して進めることとなった。

（B）については，今後，英国が速度，操舵角，ブレーキ能力を考慮した危険な視界エリアの作成の作業を進めることとなった。

1.6　審議内容：

1.6.1　フランス労働・雇用・労使対話省 Picart 氏の報告

ADCO Machinery Working Group（Advisory group on Machinery Safety to the EU（Commission representatives from Member state Health & Safety representatives）からの提案（下記 5 点)。

・直接視界が評価されるべきである。

・近接視界の高さは 1.5 m から 1.0 m へ変更されるべきである。

注；特定の機種やその組み合わせ，必要なら除外も特定されるべきである。

（今後の課題）

もっと議論が必要とのことで，1m から 1.5m の間で再度検討することとした。

場合によっては，機種，重量で分けてもよいとのこと。

・後進時，後方を確認する為の装置（モニターやミラー等）をオペレータの前方視界内に取り付けることを強化すべきである（付記：日本に多い小旋回形油圧ショベルなどではキャブ後方に補助ミ

ラーを装着する場合が多く，問題である）。

・視界性を向上させる装置は稼働部品に取り付けるべきではない。
（例；油圧ショベルのブームにミラーを取り付けてはいけない。）

・ミラーに映る他のミラーの像は，視認として，認められない。

1.6.2 現行版 ISO 5006=JIS A 8311 に基づく変更内容の検討［先の（A）］：

コンビーナの Crowell 氏が案文を作成。重要と考える改訂内容のいくつかを説明した。

条文毎に，案文，和文要点，課題の順に記載する。

1）細分箇条 7.3 Performance criteria for mirrors used to meet the visibility criteria 視界基準適合のために使用される鏡の性能基準：

For indirect visibility with mirrors, the height of the reflection of a 1.5 m test object（reference 1.55 m stature from ISO 3411 for a small operator）in the mirror shall be at least 7 mm for ever meter that the mirror is positioned away from the operator's eye point（filament position centre-point）. As an example, the reflection of a 1.5 m test object shall be at least 28 mm for a mirror located 4 m from the operator's filament position centre-point. The mirror performance shall be evaluated at the longest distance from the mirror to the test vertical test object that the mirror is intended to be used at.

（和文要点）

身長 1.50 m（案文では 1.55 m でしたが，キリがいいので 1.50 m に変更しました。）の人が 7 mm 以上に見えること。離れれば，離れるほど，大きく見えること。例えば，オペレータから 4 m 以上離れたミラーでは，28 mm 以上に見えること（ただし，鏡に映る他のミラーの像で基準を満足することは不可）。

（今後の課題）

Crowell 議長は CAD で計算できると考えている模様。CAD で計算するのはよいが，事前にいくつか実測して，計算と合っているのか，確認が必要と考える。また，計算可能であれば，“計算でも可”の文言を追加してもらうのがよいと考える。

2）細分箇条 7.4 Performance criteria for CCTV system 監視カメラに関する性能基準：

The CCTV system shall comply with ISO 16001.

（和文）CCTV は ISO16001 に準拠すること。

3）細分箇条 10.1 Visibility performance criteria on the visibility test circle 視界測定円上での視界性能基準：

Rigid-frame dumper that have an offset operator station（e.g. rigid frame dumpers）visibility to front side away from the operator（e.g. on a left hand mount operator station - in Sector C）visibility shall additionally be evaluated between the RB and Visibility Circle in the areas that are machine can steer directly into.

（和文）

左右位置がオフセットした CAB を持つリジッドダンプは，CAB の反対側の視界性について，機械がハンドルを切って進行していける“1 m の長方形境界から半径 12 m の円の間のエリア”（車両左側に配置された CAB を持つリジッドダンプであれば，セクター C エリア）について追加評価すること。

ダンプのセクター C エリア（車両右側，及び右前方のエリア）も厳密に評価することとしたい模様。実質的にカメラが必要となると思われる。

4）10.2 Visibility performance criteria for the rectangular 1 m boundary 機側 1 m 長方形境界における視界性能基準：

（本内容は案文にはありません。審議内で提案されました。）

“バックホウやリッパ付ドーザなど死角となってしまう機械のアタッチメント裏は，リスクアセスメントにより認められる。”

（例えば，運転員から見て，ブルドーザの排土板の向こう側は死角となってしまいます。そういった死角部分にリスクアセスメントを実施することを要求しています。）

1.7 所感：色々と具体的な提案が出てきました。まだまだ荒い内容ですが，これから加速度的に進んでいく感があります。今後も試験部門と協力し，適切な情報を提供，提案していきたいと思います。

1.8 次回会議予定：

・6 月 16 日，17 日にパリにて

・11 月 3 日～ 15 日の間のどこか 2 日間にフランクフルト又はロンドン又はパリで，この時は ISO/TC 127/SC 2/WG 25（ISO16001 危険検知装置及び視覚補助　改正）と合同で行いたいとのこと

2. ISO/TC 127/SC 2/WG 9（ISO 20474 安全）出席報告

2.1 会議名称：ISO/TC 127/SC 2/WG 9 国際作業グループ会議

2.2 開催日：平成 26 年 3 月 27 日（木），28 日（金）

2.3　開催地：イタリア国ミラノ市のイタリア国規格協会（以下 UNI）本部　ダヴィンチ会議室

2.4　出席者（敬称略）：下記 15 名

・スウェーデン（SIS）2 名：Stefan Nilsson（Volvo），Herman Leufstadius（SIS スウェーデン規格協会），ドイツ（DIN）4 名：Reinhold Hartdegen（BGBau 建設業職業保険組合），Werner Ruf（Liebherr），Rena Kampmier（VDMA），Ulrich Drees（DIN），米国（ANSI）4 名：Charls Crowell，Dan Roley（CAT），Rick Wires（John Deere），Steve Neva（斗山 /Bobcat），フランス（AFNOR）1 名:Jean-Jacques Janosch（CAT），イタリア（UNI）2 名：Giorgio Garofani（CNH/FIAT），Lorenzo Rossignol（UNI），チェコ（UNMZ）1 名：Peter Matouser（斗山 /Bobcat），日本（JISC）1 名：原（コマツ）

・プロジェクトリーダー兼 ISO/TC 127/SC 2/WG 9 コンビーナ：上記 Nilsson 氏（Volvo）

・幹事：上記 Leufstadius 氏

2.5　会議結果概要：今回は，委員会原案 CD 発行に向けて，これまで作成した案文の内容の確認を行った。また，世界展開するには，インド，中国を会議に招くべきという意見があった。2 回に 1 回はこの意見が出るので，コンビーナから声をかけてもらうことになった。

2.6　発行期限について：以下の予定がコンビーナから説明された。

・委員会原案 CD　　2014 年 6 月 14 日
・照会原案 DIS　　2015 年 6 月 14 日
・FDIS　　2016 年 6 月 14 日
・国際規格発行 ISO　2016 年 12 月 14 日

最終発行期限が EN より先になる（下記参照）。EN の発行を待つのであれば，遅らせる必要があるが，コンビーナからの言及はなかった。

〈参考〉EN 474 発行期限について

・照会原案 DIS　　2015 年 6 月 10 日
・最終欧州規格案 FDIS　2016 年 6 月 10 日
・欧州規格発行 EN　　2017 年 6 月 10 日

2.7　主な議論：DIS 発行の為，これまでの修正内容を確認した。ISO20474-2 から始め，-13 まで実施。その後，-1 を始めた頃に時間切れとなった。主な変更点と議論内容は以下の通り。

2.7.1　ISO 20474-2 Dozer ドーザ：変更無し

2.7.2　ISO 20474-3 Loader ローダ：下記

1）細分箇条 4.5.2 Falling object protective structures（FOPS）落下物保護構造：FOPS，ROPS は ISO 統合を検討中。

2）細分箇条 4.5.6 Restraint systems for machines with front access スキッドステアローダの拘束装置（原文では前方から出入りする機械の拘束装置）：EN474-3 と同基準とする：4.4.1.5 of ISO20474-1:20XX applies with the exception that the safety bar are met, see 4.5.4 of this can be used as a restraint system provided that the test criteria of EN ISO 6683:1999 are met.

本項の追加を検討していたが，スキッドステアなど対応できないものがあるので，削除とした（CAT 提案）。

3）細分箇条（細分箇条 4.7 配管及びホース）

Hoses shall withstand four times the operating pressure.

（和文）ホースは，操作圧力の 4 倍に耐えること。

この要求項目は，第 1 部（一般）へ移動することとした。

4）箇条 6. Information of use 使用上の情報：下記操作の方法を取説等に記載すること（本項追加）

- log handling application according to 4.6.4.
- single heavy object application according to 4.5.6.
- object handling application according to 4.6.6
- other application according to 4.6.7

2.7.3　ISO 20474-4 Backhoe Loader バックホウローダ：下記

1）箇条 6. Information of use 使用上の情報：下記操作の方法を取説等に記載すること（本項追加）

- bucket and shovel application according to 4.5.3.2
- object handling application according to 4.5.3.3
- other application according to 4.5.3.4

2）Annex A 附属書 A を“informative（参考）”から“normative（規定）”へ変更する。

“参照項目”（要求事項としては規定しない）から“準拠すべき項目”（要求事項を規定する）になる。

2.7.4　ISO 20474-5 Excavator 油圧ショベル：下記

1）用語番号 3.1.1 Minimal swing radius excavator MSRX Excavator for operation in confined space having an upper structure with a short swing radius（equipment and attachment swing within 120 % of the undercarriage）：本定義を新規追加検討したが，現時点では不要と判断し，削除とした。

2）細分箇条 4.3.2.2 Roll over protective structures 転倒時保護構造（ROPS）and tip-over protective structures 横転時保護構造（TOPS）：下記内容が提案，追加された。

4.3.2.2.1　General

Hydraulic excavator with an operating mass 1t up

to 6t TOPS shall comply with ISO12117.
Hydraulic excavator with an operating mass over 6t and less than 50t should be designed so that a ROPS in compliance with ISO12117-2 can be fitted.
Hydraulic excavator with an operating mass over 50t and less than 100t should have a TOPS.
Hydraulic excavator with an operating mass over 100t ROPS and TOPS are not required.
（和文）
1 t から 6 t の油圧ショベルの TOPS は，ISO 12117 を満足すること。
6 t から 50 t の油圧ショベルは ISO 12117-2 準拠の ROPS が装備できる様にすること。
50 t から 100 t の油圧ショベルは，TOPS を備えることを推奨する。
100 t 以上の油圧ショベルは，ROPS も TOPS も要求しない。
（今後の課題）
50 t から 100 t の油圧ショベルの TOPS 対応可能か（現在既に対応しているか）確認が必要。また，TOPS への要求値（準拠すべき ISO）の検討も必要。

2.7.5　ISO 20474-6 Dumper ダンパ（重ダンプトラック及び不整地運搬車）：下記

1）細分箇条 4.4 Articulated frame lock 車体屈折フレームの固定装置：下記

EN 474-1:2006+A1:2009, 5.14.5 applies with the following exceptions:
The articulated frame lock device shall meet the requirements in ISO 10570:2004 except that the requirement for articulated dumpers is limited to a steering torque（expressed in Newton per metre）of 4,0 times the steering torque for the unloaded machine.
This articulated frame lock device shall be tested to withstand a force of 1,2 times or more of the steering force calculated from the maximum force of the calculated steering moment.
第 1 部の要求で十分と判断する。よって，この細分箇条を削除とした。

2.7.6　ISO 20474-8 Grader グレーダ

1）細分箇条 4.2.1 Operator's seat 運転席：下記内容が追加された。

Suspension seat shall be required. サスペンション付きシートを備えること。

2）細分箇条 4.4 Steering system かじ取り装置：下記内容が追加された。

4.4.1　General
Clause 4.6.3［Steering system（Crawler machines）］ of ISO 20474-1:2008 apply with the additions 4.4.2［Controls］and 4.4.3［Steering performance test］.
ISO 2474-1 の細分箇条 4.6.3（履帯式機械のかじ取り装置）は，この箇条の細分箇条 4.4.2（かじ取り操作）と細分箇条 4.4.3（かじ取り性能試験）を満足すること。

3）細分箇条 4.4.4 Safety requirements for travelling mode 回送モードでの安全要求事項：下記内容が追加された。

Controls for leaning front wheel system shall be possible to be mechanically locked in vertical position.
前輪リーニング装置は，垂直位置で機械的に固定できること。

4）箇条 6 Information of use 使用上の情報：下記内容を取扱説明書等に記載すること（下記内容が追加された）。

- all blades and equipment shall be in their transport-position and so positioned that they are within the defined transport-width of the machine.

2.8　所感：今回 EN 474（CEN）の会議と ISO 20474 の会議に出席した。CEN は，高い技術力でどう安全を確保すべきか議論している（例；CEN では，カメラは標準的な技術と考えているので，装備できることは当たり前で，その上で，視界性をどう確保するか考えている）。

ISO は，技術力の低い国もあるので，それらの国に準拠する為，どういった内容にするべきか議論している。思った以上に審議内容に違いがあったので，驚かされた。ISO は，今回の議論をベースに委員会原案 CD が発行される予定である。各国からのコメントをもらい，次回以降更に議論が活発になると思われる。よい提案ができる様，更に頑張っていきたいと思う。

2.9　今後の予定：10 月 27，28，31 のいずれか，パリにて，EN474 会議の前後で開催を検討。

以上

JCMA

部　会　報　告

関西テレビの取材を受けました。

標準部会

関西テレビのバラエティ番組「有吉弘行のダレトク」で「工事現場ダレトク」と題して「ウサギとカメ」の図記号の取材を受け，協会標準部会副幹事兼ISO/TC 127土工機械委員会SC 3分科会委員　砂村　和弘氏（日立建機）が対応したので，報告する。

取材内容：大林組さんの現場で，肩もみ運動などを取材していたリポーターが建設機械の運転席のウサギとカメなどの図記号に着目，レポーターの平子（アルコ＆ピース）とテレビ局の取材スタッフが当協会を訪問，建設機械の高速段と低速段を切り替える走行モードスイッチに「ウサギとカメ」のマークを使用するその由来を質問した。砂村氏が，当該マークはかなり以前から使用されていて，国内でも1980年代にはすでに使用され，その後ISO国際規格に制定されることとなり，JISでも制定されている旨を説明。その他に「カタツムリ」マーク（微速），「ゾウさん」マーク（力が大きい）など当該資料を撮影し，番組では，建設現場には動物さんがいっぱいいると紹介された。

写真─1　砂村和弘氏

この番組は5月13日深夜にフジテレビ系列で放映された。

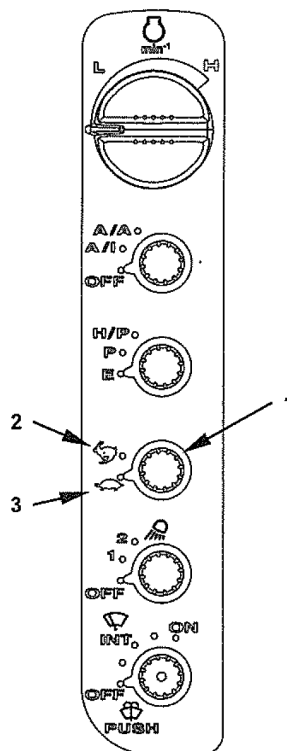
1. 走行モードスイッチ

スイッチパネル上の走行モードスイッチ1を各位置に回すことにより，高速・低速の切替えができます。

・高速にしたい場合は，走行モードスイッチ1をマーク2の位置に回します。

・低速にしたい場合は，走行モードスイッチ1をマーク3の位置に回します。

2 ─ マーク（高速）

3 ─ マーク（低速）

走行モードスイッチ

新工法紹介 機関誌編集委員会

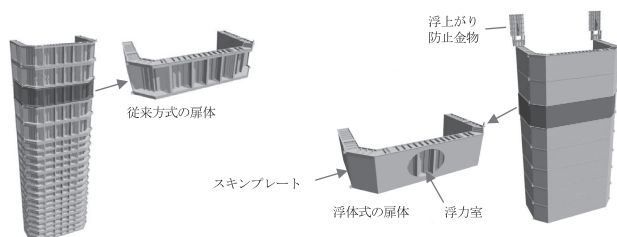
10-42	浮体式仮締切工法	・鹿島建設 ・日立造船

▶概　　要

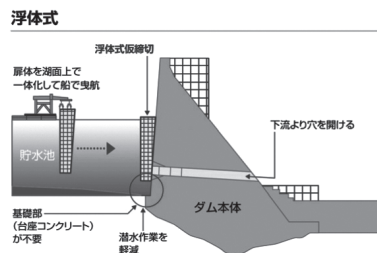
国土交通省九州地方整備局，ダム技術センター，鹿島建設，日立造船の４者はダム再開発事業などで用いる仮締切工の新技術「浮体式仮締切工法」を共同開発し，施工中の鶴田ダム再開発工事（発注者：国土交通省九州地方整備局／鹿児島県薩摩郡さつま町）に初適用した。

治水･利水の機能を継続しダム貯水池の水位を維持しながら，堤体に新たに孔を空けて放流管・ゲートを設置する場合，鋼製仮締切設備を設置し，その内部の水を抜いてドライ空間を確保して施工を行う。従来の仮締切は大きく分けて，台座コンクリート方式と支持架構方式の２種類がある。仮締切設備は内部の水を抜いてドライ空間を設けると巨大な浮力が作用するが，設置時（抜水前）には扉体の自重が作用するため，浮力／自重の双方を保持する必要がある。

台座コンクリート方式では，扉体の自重を台座コンクリートに預け浮力は台座コンクリートの重量で保持する。支持架構方式では，ダム堤体上流面に設置する大型の支持架構で扉体の自重と浮力を支える。

浮体式仮締切工法は，扉体の内･外側面に鋼板（スキンプレート）を貼り，底蓋と一体化した仮締切扉体を浮体化し，扉体上方のダム堤体上流面に設置した浮上り防止金物で浮力を支持する（図―１）。

図―１　従来方式と浮体式の形状比較

施工は，現地工場で製作した扉体ブロックを貯水池湖面上で組み立て，設置場所まで曳航しウインチで引き寄せ固定する（図―２）。また，止水性は仮締切内部の水を抜いた時に，扉体に装着した水密ゴムがあらかじめダム堤体に設置した戸当りに水圧で押付けられることで確保される。

仮締切設備は内部の作業空間を確保する必要があることから，コの字形状となっている。このため，扉体に単純に浮力を与えると，一方のみが浮上して回転してしまい姿勢を保持することができないことから，扉体内の区画に適正な順序で充水／排水を行い，浮力と自重のバランスを保つことが重要である。

図―２　組立・設置概念図

▶特　　徴

①仮締切工の効率化を実現

台座コンクリートや支持架構という大規模な仮設備自体が不要となるとともに，大深度での潜水作業を低減できることから，コスト縮減，工程短縮，安全性向上等，施工の効率化が実現できる新工法である。

また，同一ダムにおいて複数の孔を施工する場合，従来工法では扉体を解体し再度組み立てる必要があるが，新工法では扉体を解体することなく，仮締切内に注水して扉体を堤体から引き離し，そのまま次の施工場所へ曳航･設置することが可能である。

②水密性の向上

扉体ブロックを気中で組み立てるため，水密ゴムの潰れ具合を目視で確認することができ，扉体ブロック間からの漏水量が低減し水密性が向上した。

③環境負荷の軽減

台座コンクリートが不要になることから，貯水池内での浚渫や基礎掘削に伴う汚濁水の発生がなくなる。

写真―１　浮体式仮締切設置状況

▶用　　途

・ダム再開発における仮締切工事

▶実　　績

・鶴田ダム上流仮締切工事

▶問 合 せ 先

鹿島建設㈱　土木管理本部　土木技術部
〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11
TEL：03-5544-0499

11-111	指向性アナウンス安全看板	清水建設・ヤマハ

▶概　　要

工事現場の車輌出入り口前を通行する歩行者に視覚と聴覚で注意を促すことで，さらに安全性を向上する「指向性アナウンス安全看板」を開発した。目的は，視覚と聴覚に同時に訴えることで，気づきを促し，安全性を向上させることである。

この安全看板は，① TLF スピーカー，②ポスター，③収納フレームから構成される（**写真― 1**）。

① TLF スピーカー（ヤマハ製）

A0 サイズ大のもので，厚さ 1.5 mm，重さ 460 g と薄型・軽量である。性能面の特長は，指向性があり音声の伝播する方向を限定できるため，歩道上の歩行者に的確にメッセージを伝えることができる。音声が拡散しないため，近隣に迷惑がかからず，概ね 30 m 先程度までは明瞭な音声を伝達できる遠達性も備えている。その結果，歩行者の注意を効率的に安全看板にひきつけることができるので，高い認知度を維持できる。

②ポスター

看板の紫外線劣化などの耐久性を考慮して，防滴性と音声透過性に優れた素材を比較の上選定した。

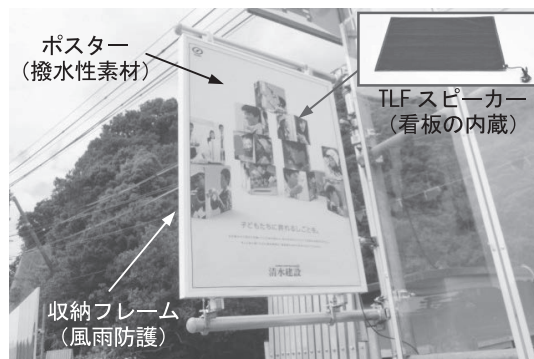
③収納フレーム

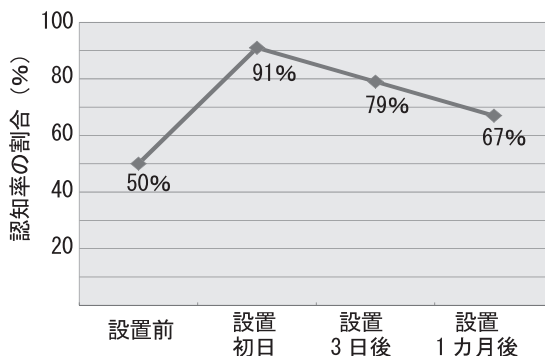
強風に耐えられる薄鋼板製またはアルミ製である。

十九渕第一トンネル工事での実証では，視認する歩行者の割合（認知率）は 91％に達し，1 ヶ月経過後も認知率は 67％であった（**写真― 2**，**図― 1**）。この数値は，音声情報を変えずに実証した結果であり，定期的に音声情報を変更することで高い認知率を維持することが可能となる。

▶特　　徴

本技術の特徴をまとめると以下のとおりである。

1. 視覚と聴覚に同時に訴えることで認知率が向上する。
2. 指向性の強いスピーカーであるため，必要なエリアのみ知らせることができる。
3. 遠達性があり，騒音が多い場所でも明瞭に聞こえる。
4. 音声データは，SD カード使用のため，容易にアナウンス内容を変更可能。
5. ポスターは，通常の商用看板並みの高品質である。
6. 現地調査の一例では，設置前の認知率が 50％だったのが，設置直後 91％に増加し，設置 1 ヶ月でも 67％となり効果が持続することを定量的に確認した。

写真― 1　設置状況

写真― 2　看板に注目する小学生

図― 1　認知率の変化

▶用　　途

・あらゆる工事現場，工場など一般に広く採用可能

▶実　　績

・国土交通省発注：十九渕第一トンネル工事
・国土交通省発注：市川田尻管渠工事

▶問 合 せ 先

清水建設㈱　土木技術本部　技術開発部
〒 104-8370　東京都中央区京橋 2-16-1
TEL：03-3561-3886

新工法紹介

03-173	RSP リフトアップ工法	オリエンタル白石

▶概　　要

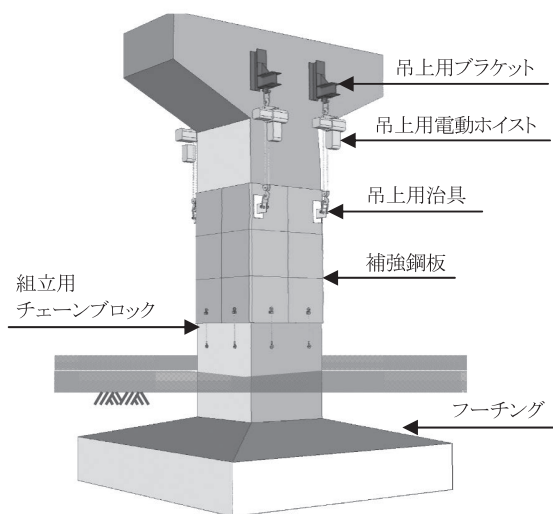
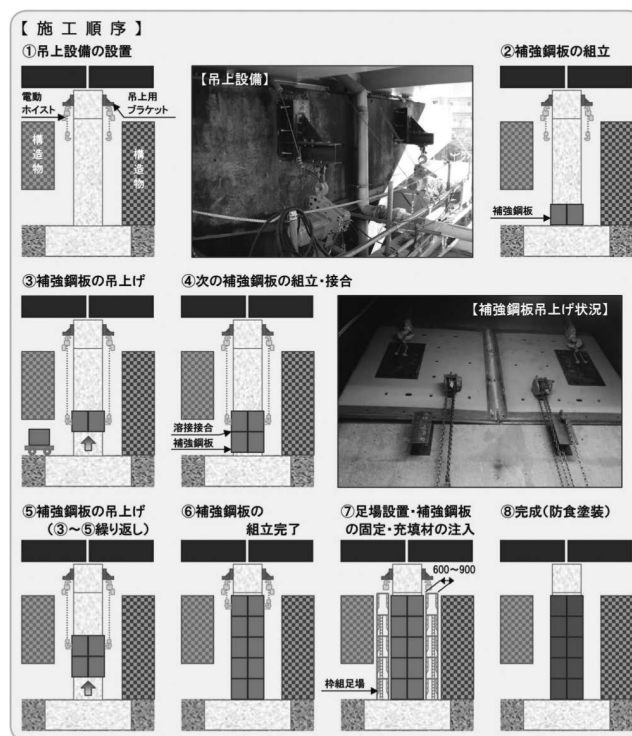
鉄道橋や道路橋は，交通渋滞や分断された街の一体化などを目的として連続立体交差化事業など高架化され，その高架下に生まれた空間は，公共施設，事務所，店舗，駐車場等が設置され，有効活用されている箇所が多い。大規模地震の逼迫性が指摘されており，橋脚の耐震補強が推進されるなか，十分な作業空間が確保できないなど様々な制約があることから耐震補強を実施できていない橋脚が少なくない。

従来の既設橋脚の耐震補強工法には，RC 巻立て工法や鋼板巻立て工法などがあるが，これらの工法は，大型重機を用いるため広い作業空間を確保する必要があり，高架下が公共施設等で有効活用されている狭隘な施工条件下では，施設の移転や一部解体撤去が必要となるなどの課題があった。

そこで，高架下の公共施設の利用や店舗の営業をしながら橋脚の鋼板巻立てが施工できる『RSP リフトアップ工法』を開発した。

RSP リフトアップ工法は，分割された補強鋼板を地上で組み立て，橋脚上部に設置した電動ホイストにより補強鋼板を吊り上げ，吊り上げた補強鋼板の下に次の補強鋼板を組み立てることを繰り返すことで，橋脚に補強鋼板を設置する。補強鋼板設置後に足場を設置し，固定アンカーにより橋脚躯体と補強鋼板を固定し，無収縮モルタルを注入することによって，鋼板巻立工を行う（図―1，2）。

図―1　工法概要

【施工順序】
①吊上設備の設置
電動ホイスト
吊上用ブラケット
構造物
構造物
【吊上設備】
②補強鋼板の組立
補強鋼板
③補強鋼板の吊上げ
④次の補強鋼板の組立・接合
溶接接合
補強鋼板
【補強鋼板吊上げ状況】
⑤補強鋼板の吊上げ（③～⑤繰り返し）
⑥補強鋼板の組立完了
⑦足場設置・補強鋼板の固定・充填材の注入
600～900
枠組足場
⑧完成（防食塗装）

図―2　施工順序

▶特　　徴

・1.0 m 程度（従来工法の半分程度）の作業空間があれば，施工できる。

・近接構造物の解体撤去，復旧が不要なため，短期間で施工ができ，経済性に優れる。

・近接構造物の解体撤去，復旧が不要なため，高架下利用施設の社会的損失，事業損失を最小限にできる。

・分割された小型の資機材を使用し，大型の重機が不要なため，低騒音であり環境に優しく，第三者への安全性にも優れる。

▶用　　途

・鉄道高架下など狭隘地での橋脚耐震補強工事

▶実　　績

・耐震補強工事　田園都市線宮崎橋梁（土木工事その 2）

東急田園都市線宮崎台駅近傍の鉄道高架橋の宮崎橋梁下は博物館，駐輪場，店舗，変電室，機械室などに利用されており，特に博物館内に位置した橋脚は，室内の壁から橋脚面まで 80 cm 程度という狭隘な施工条件でした。本工法は，本工事にて東急建設㈱と共同で開発した。

▶問合せ先

オリエンタル白石㈱　施工・技術本部技術部補修補強チーム
〒 135-0061　東京都江東区豊洲 5-6-52
TEL：03-6220-0637

新機種紹介　機関誌編集委員会

▶〈02〉掘削機械

14-〈02〉-05	日立建機 油圧ショベル ZX120-5B，ZX135US-5B	'14.04 発売 新機種

オフロード法2011年基準に適合した油圧ショベルであり，NOx（窒素酸化物）とPM（粒子状物質）の排出量を従来機と比較して大幅に削減し，日本・欧州（EU StageⅢB）・北米（EPA Interim Tier4）の排出ガス規制に対応しているほか，超低騒音型建設機械の指定を受けている。油圧システムは，オペレータの操作性を重視しかつ効率的な油圧制御を加えたものを採用し，従来機と比較し作業量は同等で燃料消費量を約5%低減させ，2機種ともに2020年燃費基準で☆☆☆（三ツ星レベル）※1を達成している。また，一定時間掘削力が上がるパワーディギング（昇圧）スイッチを新たに追加し，通常よりも約5%掘削力を向上できるようにした。

キャブは足元の空間を45 mm広げたほか，シートのスライド量を大きくするなど快適な運転空間にしている。シートのスライド機構にはガタの少ないボールベアリングを採用し，前後移動を軽快にした。その他，キャブ内モニタに7インチパネルの大画面カラーマルチモニタの採用や，スイッチ類を右操作レバー近くに集中配置するなど，キャブ内の操作性を向上させている。

安全面では，労働安全衛生法のヘッドガード基準および油圧ショベル転倒時にオペレータを保護するISO規格のROPS（Roll-Over Protective Structures）基準に適合したキャブを採用している。後方監視カメラは，従来機に比べ視界が広がりカウンタウエイトの真下近くも見ることができる。

メンテナンス面では，エンジンオイル量をキャブ内モニタで確認できるようにし，車体に登らずに日常点検ができるようにした。エアコンコンデンサ，燃料クーラの目詰まりを防ぐ防塵ネットは一番外側に設置し脱着を容易にしている。

オフロード法2011年基準適合車から新車保証プログラムにより，エンジン（付属機器を含む），ポンプ，モータなどの主要コンポーネントを3年間または5,000時間のいずれか先に達するまで延長保証するサービスや，各種無償メンテナンスサービス※2を新たに提供している。

※1　一般社団法人日本建設機械施工協会が定めた燃料消費効率を表す指標（JCMAS規格）において，2020年燃費基準として定められた評価値に対する達成率100%以上のレベル。
なお，国土交通省が定める型式認定は，2014年から実施予定の排出ガス基準適合車が対象となるため，ZAXIS-5シリーズは認定対象外車両です。

※2　メンテナンスサービスは，レンタル会社への販売時には付帯されない。

表―1　ZX120-5B，ZX135US-5Bの主な仕様

		ZX120-5B	ZX135US-5B
標準バケット容量	(m^3)	0.5	0.5
運転質量	(t)	12.2	13.4
エンジン定格出力	(kW/min^{-1})	73.4/2,000	73.4/2,000
最大掘削半径	(mm)	8,300	8,390
最大掘削深さ	(mm)	5,540	5,490
最大掘削高さ	(mm)	8,600	9,290
最大ダンプ高さ	(mm)	6,190	6,830
最大掘削力（昇圧時）	(kN)	99（104）	99（104）
旋回速度	(min^{-1})	13.3	13.7
走行速度	(km/h)	3.3/5.5	3.3/5.5
全長	(mm)	7,700	7,370
全幅	(mm)	2,490	2,490
全高	(mm)	2,790	2,790
後端旋回半径	(mm)	2,190	1,490
最低地上高さ	(mm)	410	410
標準小売価格	(万円)	1,240	1,410

注）価格は工場裸渡し，消費税別。

写真―1　日立建機　ZX120-5B　油圧ショベル

問合せ先：日立建機㈱　経営管理本部　広報戦略室　広報グループ
〒112-8563　東京都文京区後楽二丁目5番1号

新機種紹介

14-〈02〉-01	コマツ 油圧ショベル HB205LC/HB215/HB215LC-2	'14.01 発売 新機種

NOx（窒素酸化物）と PM（粒子状物質）の排出量を従来機に比べて大幅に低減し，オフロード法（*1）2011 年基準に適合した中型ハイブリッド油圧ショベル HB205-2 型の系列拡大機種である。これまでは標準機にしかなかった砕石現場や砂利採取作業などのハードな現場に最適な＋ 10 仕様である HB215（LC）-2 を新たにラインナップに加えた。新型エンジンに加え機体のメインバルブ・油圧回路のロスを低減し，大容量高効率油圧ポンプや高効率作動油を採用することにより生産性と燃費性能の両立を図り，燃料消費量を従来機に比べて 5％低減（*2）させている。

安全面の特長として，落下防止用ハンドレールの採用によるマシンキャブ上での点検・整備時の落下防止や，ID キー採用による機械の盗難リスクの軽減を図っている。運転席には高精細 7 インチ LCD モニタを採用し，安全かつ正確でスムーズな作業を実現するとともに，エコガイダンス等の表示により省エネ運転のサポートを行っている。

更に，パワーラインの保証延長と無償メンテナンスを取り入れた，新たなサービスプログラム「KOMATSU CARE（コマツ・ケア）」を提供している。コマツ・ケアは新車購入時に自動的に付帯され，トータルライフサイクルコストの低減と長期間の稼働に貢献するものである。

*1. 特定特殊自動車排出ガスの NOx（窒素酸化物），PM（粒子状物質）排出量の規制等に関する法律。

*2. 従来機との比較（コマツテスト基準による）。実作業では作業条件により異なる場合がある。

表― 2　HB205-2/ HB205LC-2/ HB215-2/ HB215LC-2 の主な仕様

	HB205-2	HB205LC-2	HB215-2	HB215LC-2
機械質量　(t)	19.9	21.3	22	22.9
エンジン定格出力 ネット　kW/min^{-1}	104/2000			
(JIS D0006-1)　(PS/rpm)	(141/2000)			
標準バケット容量 (新 JIS/ 旧 JIS)　(m^3)	0.8/0.7			
標準バケット幅 〈サイドカッタ含む〉　(m)	1.045〈1.17〉		1.050〈1.115〉	
全長（輸送時）　(m)	9.425		9.625	
全幅　(m)	2.805	3.08	2.875	2.98
全高（輸送時）　(m)	3.135			
後端旋回半径　(m)	2.75		2.94	
価格　(百万円)	27	27.75	28.5	29.5

写真― 2　コマツ　HB215-2　ハイブリッド油圧ショベル
（一部オプションが含まれる）

問合せ先：コマツ　コーポレートコミュニケーション部
〒 107-8414　東京都港区赤坂 2-3-6

14-〈02〉-02	コベルコ建機　油圧ショベル 後方超小旋回型： SK125SR-3, SK135SR-3, SK130SR+-3 超小旋回型：SK130UR-3	'14.04 発売 モデルチェンジ

13 t クラス油圧ショベル 4 機種のモデルチェンジ機である。オフロード法 2011 年基準に適合し，運転時，大気中に放出される NOx（窒素酸化物）と PM（粒子状物質）の排出量を従来機に比べ大幅に低減すると共に，より一層の低燃費を実現している。

新型エンジンの搭載と排出ガス後処理装置を装備し，燃費改善については，H モード（作業優先モード）で従来機に比べ 8%，S モード（省エネ・燃費重視モード）では 16％燃費を低減している。さらに，全機種に新作業モード『ECO モード』を設定し，従来の S モードに対して 21％燃費を低減している。

また，国土交通省の NETIS（新技術情報提供システム）において事後評価（V 登録）を受けた「iNDr（エンジン冷却システム）」や「AIS（オートアイドルストップ）」を搭載している。「iNDr」は優れた防塵性やメンテナンス性，低騒音性を兼ね備えており，「AIS」は，待機時などの無駄なアイドリングをなくし，燃料消費量と排ガス排出量を抑制するものである。

ROPS（転倒時保護構造）規格に適合した新型キャブ（SK130UR-3 を除く）を採用し，キャブ内空間を拡大すると共に，右中央ピラーを廃止し，開放的な操作空間を実現している。さらに，ISO 安全規格に準じたメンテナンス用ハンドレール，後方確認カメラ，新型カラーマルチディスプレイを標準装備するなど，安全性の向上を図っている。

SK125SR-3 については，ほぼ全ての仕様で 15t セルフトラック（増トン仕様）での搬送を可能としている。

表―3　SK125SR-3，SK135SR-3 の主な仕様

本体型式		SK125SR-3	SK135SR-3
標準バケット容量（山積）	(m^3)	0.45	0.5
運転質量	(t)	13.0	13.6
定格出力	(kW/min^{-1})	69.2/2,000	
最大掘削半径	(m)	8.34	
最大掘削深さ	(m)	5.52	
最大掘削高さ	(m)	9.19	
全長	(m)	7.41	
全幅	(m)	2.49	
全高	(m)	2.84	
燃料タンク容量	(l)	200	
価格（税抜き）	(百万円)	16.274	17.025

表―4　SK130UR-3，SK130SR+-3 の主な仕様

本体型式		SK130UR-3	SK130SR+-3
標準バケット容量（山積）	(m^3)	0.45	
運転質量	(t)	13.5	13.8
定格出力	(kW/min^{-1})	69.2/2,000	
最大掘削半径（オフセット無し時）	(m)	7.57	7.57
最大掘削深さ（オフセット無し時）	(m)	4.82	4.92
最大掘削高さ（オフセット無し時）	(m)	8.51	8.15
全長	(m)	7.43	7.43
全幅	(m)	2.49	2.49
全高	(m)	2.81	2.84
燃料タンク容量	(l)	200	
価格（税抜き）	(百万円)	20.940	19.204

写真―3　コベルコ建機　SK135SR-3　油圧ショベル（後方超小旋回型）

問合せ先：コベルコ建機　営業促進部
〒 141-8626　東京都品川区東五反田 2 丁目 17 番 1 号

▶〈03〉積込機械

14-〈03〉-02	KCM ホイールローダ 62Z7，67Z7	'14.2 発売 新機種

ホイールローダ「62Z7」（バケット容量 2.3 m^3），「67Z7」（バケット容量 2.5 m^3）は，特定特殊自動車排出ガス規制法（オフロード法）の 2011 年基準適合車である。

新たにエンジンに搭載したマフラフィルタ，排気ガス再循環装置（EGR），可変容量ターボ（VGT）を細かく制御することによって，排出ガス中に含まれる窒素酸化物（NOx）や粒子状物質（PM）を大幅に削減し，環境性能を高めている。

また，HST（ハイドロスタティック・トランスミッション）の採用により，簡単な操作とスムーズでパワフルな走行性を実現している。車速は前後進の切り替えとアクセル操作だけで連続無段階にコントロールが可能で，軽やかで力強い発進，加速やスムーズな作業ができる。加えて，「アクティブ HST コントロールシステム」の採用により，作業状態を瞬時に判断し，エンジンと HST ポンプ・モータを最も効率のよい状態に制御し，油圧エネルギーロスを低減した。これによって従来機より約 5 ～ 10％の燃費低減を実現した。

居住性の面では，オペレータ空間が更に広く，気密性を高めた新型キャブを搭載するとともに，運転席のインストゥルメントパネルには視認性の高い高輝度液晶モニターを採用することで快適なオペレータ環境を実現している。加えて，傾斜昇降ラダーの採用，キャブドアの改良，ハンドレールの最適化を行い，安全性の向上を図っている。

整備性の面では，ガルウィング式で開閉するエンジンカバーの採用やフィルタ類を集中配置することにより，メンテナンス性の向上を図っている。

表―5　62Z7，67Z7 の主な仕様

		62Z7	67Z7
標準バケット容量	(m^3)	2.3	2.5
運転質量	(t)	10.33	11.47
定格出力／定格回転	(kW/min^{-1})	113／2,200	113／2,200
最大掘起力	(kN)	87	96
最高走行速度　前進／後進	(km/h)	35.0／35.0	39.0／39.0
最大けん引力	(kN)	84	95
登坂能力	(度)	25	25
車体屈折角	(度)	40	40
全長×全幅×全高（バケット付）	(m)	7.265×2.480×3.190	7.365×2.560×3.265
軸距×輪距	(m)	3.000×1.930	3.000×1.930
最低地上高	(m)	0.36	0.43
ヒンジピン高さ	(m)	3.73	3.835
ダンピングクリアランス	(m)	2.72	2.81
ダンピングリーチ	(m)	1.02	1.05

新機種紹介

写真―4 ㈱KCM 62Z7（上段），67Z7（下段） ホイールローダ

問合せ先：㈱KCM 企画部 営業企画課
〒675-1113 兵庫県加古郡稲美町岡2680番地

▶〈04〉運搬機械

14-〈04〉-01	キャタピラージャパン ダンプトラック Cat 789D	'14.01発売 モデルチェンジ

鉱山現場などで稼動するダンプトラックのモデルチェンジである。

大排気量と低定格回転のエンジンによりパワフルで粘り強い走行性能と燃料消費量の低減やコンポーネントの負担軽減を，電子制御フルオートマチックトランスミッションにより，シフトチェンジ時の負荷やクラッチの磨耗低減を図っている。

降坂時にエンジン回転数を一定にしつつ自動でブレーキを作動させるオートマチックリターダコントロール（ARC）と，後輪のセンサでスリップを検知し，自動でブレーキを作動させることでタイヤのスリップを抑制するトラクションコントロールシステム（TCS）を標準装備している。

2段傾斜した独自のV字形のベッセル（荷台）により，積荷が中央に集まるため，積載物の保持や安定性に優れている。メインフレームは，箱型断面構造の強化型デザインである。大きな負荷のかかるフレームコーナ部などには鋳鋼を使用し，強度を高めている。

地上からキャブまでのアクセスを，従来機のハシゴ式からステップ（階段）式に変更し，キャブドア開閉部のキャットウォークの幅を180 mm延長するとともに，ハンドレールをステップ側面に追加することにより，安全性を向上させている。

アクスルオイルをフィルタおよびアクスルハウジング間で循環させるリアアクスルオイルフィルタを搭載し，定期的なアクスルオイルの交換回数を低減している。

車輌の状態をリアルタイムでモニタリングし，異常等があった場合はオペレータに警告するバイタルインフォメーションマネジメントシステム（VIMS）を標準搭載している。専用のソフトウェアをパソコンにインストールすることで，パソコン上で車両の詳細な状況を確認することが可能である。これにより故障の防止を図っている。

表―6 Cat 789Dの主な仕様

		789D
最大積載量	（t）	181.0
運転質量	（t）	143.3
最高速度	（km/h）	57.2
全長（全装備）	（m）	12.7
全幅（タイヤ外幅）	（m）	6.93
全高（キャノピ上端）	（m）	6.5
エンジン名称		Cat 3516Bエンジン
総行程容積	（ℓ）	69
定格出力／回転数	（kW（ps）／rpm）	1,417（1,926）／1.750
速度段	（前進／後進）	6段／1段
ベッセル容量（山積／平積）	（m^3）	141／101
価格		都度見積もり

写真―5 キャタピラージャパン Cat 789D ダンプトラック

問合せ先：キャタピラージャパン 広報室
〒158-8530 東京都世田谷区用賀4-10-1

▶〈05〉クレーン，インクラインおよびウインチ

14-〈05〉-01	コベルコクレーン ラフテレーンクレーン（伸縮ブーム） LYNX130/LYNX160	'13.12 発売 新機種

ディーゼル特殊自動車平成 23 年排出ガス規制適合エンジンを搭載し，環境に配慮したラフテレーンクレーンである。グリーン購入法や低騒音型建設機械指定に適合し，「エコモード」や「燃料消費モニタ」による燃料消費削減の機能を備えている。

『LYNX130』はコンパクトなサイズのまま，最大つり上げ荷重をこれまでの 12 t から 13 t に向上させている。

アルミ製敷板と格納スペースの標準装備など，使い易い機能を追加すると共に，ステアリングモード選択スイッチ戻し忘れ警報などを追加して，安全性をさらに向上させている。

表— 7　RK130/RK130M の主な仕様

商品名			リンクス 130	
型式			RK130	RK130M
最大つり上げ荷重	主ブーム	(t × m)	13×1.5(8 本掛け)	4.9×4.0(4 本掛け)
	ジブ	(t)	1.6（1 本掛け）	
	補助シーブ	(t)	1.8（1 本掛け）	
主ブーム長さ		(m)	5.3 ～ 23.8	
ジブ長さ		(m)	3.6/5.5	
フック最大地上揚程(主フック／ジブフック)		(m)	24.5／30.0	
最大作業半径（ブーム／ジブ）		(m)	22.3／23.3	
巻上ロープ速度（主巻／補巻）		(m/min)	125(5 層目)／110（3 層目）	
ブーム伸長速度		(sec)	52/18.5m	
ブーム上げ速度		(sec)	29/ − 3 ～ 82°	
旋回速度		min⁻¹{rpm}	2.4 {2.4}	
アウトリガ張出幅	H 型	(m)	4.7/4.3/3.5/2.5/1.64	
	X 型	(m)	4.7/4.3/3.5/2.5/1.7	
ワイヤロープ	主巻	(mm × m)	難撚性　Φ 11.2×137	
	補巻	(mm × m)	難撚性　Φ 11.2×70	
最高走行速度		(km/h)	49	
最小回転半径（2 輪走向 /4 輪走向）		(m)	6.5/3.8	
エンジン	名称		カミンズ　QSB4.5	
	最大出力	kW（PS）	121/2,200 min⁻¹{165/2,200 rpm}	
	最大トルク	N･m{kgf･m}	588/1,800 min⁻¹{60.0/1,800 rpm}	
全長×全幅×全高	（走行姿勢）	(mm)	7,540 × 2,000 × 2,815	
後端旋回半径		(mm)	1,600	
車両総重量		(kg)	14,415	
価格		(百万円)	26	

表— 8　RK160-7 の主な仕様

商品名			リンクス 160
型式			RK160-7
最大つり上げ荷重	主ブーム	(t × m)	16×3.0（6 本掛け）
	ジブ	(t)	2.0（1 本掛け）
	補助シーブ	(t)	3.2（1 本掛け）
主ブーム長さ		(m)	6.5 ～ 27.5
ジブ長さ		(m)	3.8
フック最大地上揚程(主フック／ジブフック)		(m)	28.2／32.0
最大作業半径（ブーム／ジブ）		(m)	24.0／27.2
巻上ロープ速度（主巻／補巻）		(m/min)	110（5 層目）／96（3 層目）
ブーム伸長速度		(sec)	83/21.0
ブーム上げ速度		(sec)	34/ − 9 ～ 82.5°
旋回速度		min⁻¹{rpm}	2.6 {2.6}
アウトリガ張出幅	H 型	(m)	5.2/4.8/4.4/3.2/1.79
	X 型	(m)	5.2/4.8/4.4/3.2/2.7
ワイヤロープ	主巻	(mm × m)	難撚性　Φ 14×155
	補巻	(mm × m)	難撚性　Φ 14×70
最高走行速度		(km/h)	49
最小回転半径（2 輪走向 /4 輪走向）		(m)	8.5/4.8
エンジン	名称		カミンズ　QSB6.7-4A
	最大出力	kW（PS）	168/2,500min⁻¹{228/2,500rpm}
	最大トルク	N･m{kgf･m}	888/1,500min⁻¹{90.5/1,500rpm}
全長×全幅×全高	（走行姿勢）	(mm)	8,310×2,200×3,150
後端旋回半径		(mm)	2,490
車両総重量		(kg)	19,915
価格		(百万円)	37

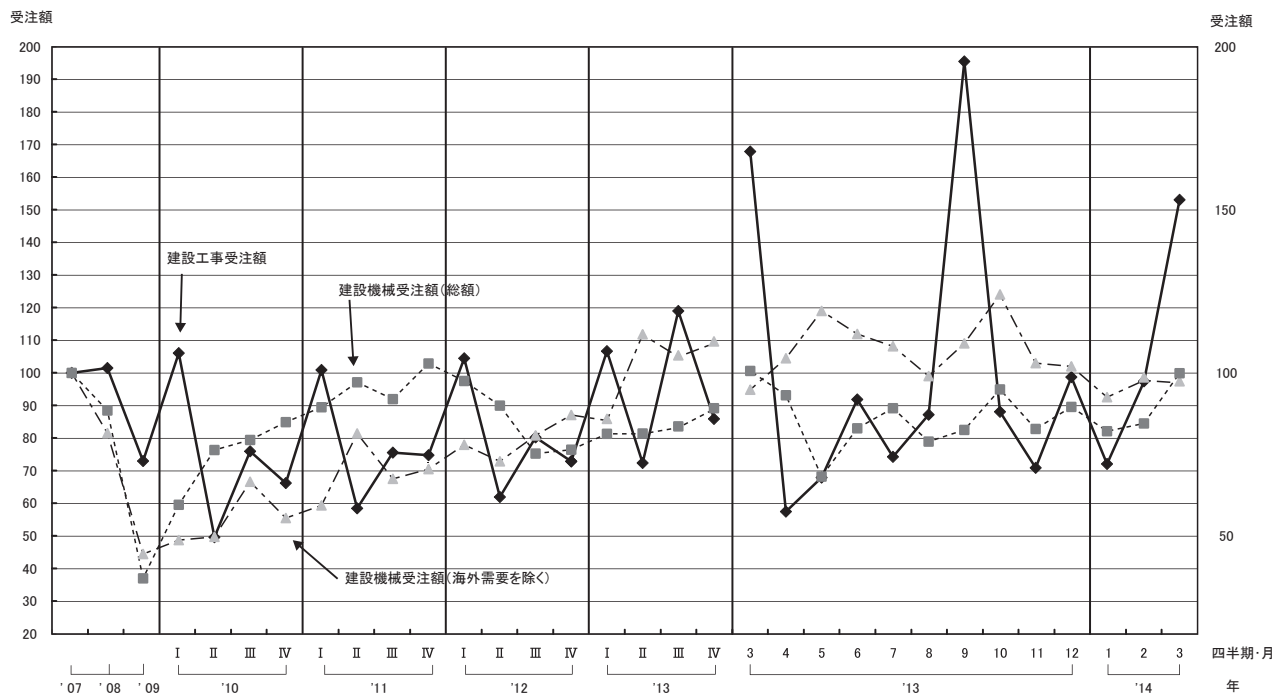
写真— 6　コベルコクレーン　LYNX130　ラフテレーンクレーン

写真— 7　コベルコクレーン　LYNX160　ラフテレーンクレーン

問合せ先：コベルコクレーン㈱　国内営業部　営業管理室
〒 674-0063　兵庫県明石市大久保町八木 740

統 計 機関誌編集委員会

建設工事受注額･建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査(大手50社) （指数基準 2007年平均=100）
建設機械受注額：建設機械受注統計調査（建設機械企業数24前後） （指数基準 2007年平均=100）

建設工事受注動態統計調査（大手 50 社）

（単位：億円）

年　月	総　計	受　注　者　別						工　事　種　類　別		未消化工事高	施工高
		民　間			官公庁	その他	海　外	建　築	土　木		
		計	製造業	非製造業							
2007 年	137,946	103,701	21,705	81,996	19,539	5,997	8,708	101,417	36,529	129,919	143,391
2008 年	140,056	98,847	22,950	75,897	25,285	5,741	10,184	98,836	41,220	128,683	142,289
2009 年	100,407	66,122	12,410	53,712	24,140	5,843	4,302	66,187	34,220	103,956	128,839
2010 年	102,466	69,436	11,355	58,182	22,101	5,472	5,459	71,057	31,408	107,613	106,112
2011 年	106,577	73,257	15,618	57,640	22,806	4,835	5,680	73,983	32,596	112,078	105,059
2012 年	110,000	73,979	14,845	59,133	26,192	4,896	4,933	76,625	33,374	113,146	111,076
2013 年	132,378	89,133	14,681	74,453	31,155	4660	7,127	90,614	41,463	129,076	120,941
2013 年 3 月	19,344	12,545	2,117	10,428	4,900	476	1,423	12,473	6,870	117,754	13,225
4 月	6,570	4,870	866	4,004	1,238	366	97	4,489	2,081	118,464	7,025
5 月	7,781	5,423	1,109	4,314	1,738	351	269	5,680	2,101	118,273	8,090
6 月	10,557	6,865	1,132	5,734	2,333	448	911	6,701	3,856	118,261	10,614
7 月	8,514	5,238	926	4,312	1,881	390	1,004	6,008	2,506	120,698	7,633
8 月	10,014	6,610	1,044	5,566	2,783	347	274	6,791	3,224	120,239	10,464
9 月	22,548	17,296	2,265	15,031	4,252	440	558	17,817	4,730	131,341	12,640
10 月	10,119	7,241	963	6,278	2,075	372	431	7,157	2,962	132,297	8,985
11 月	8,130	4,788	988	3,800	2,026	369	947	4,784	3,346	130,327	11,403
12 月	11,351	6,929	1329	5,600	3,493	383	545	7,109	4,242	129,076	12,518
2014 年 1 月	8,264	5,240	1,033	4,207	1,946	353	725	5,827	2,438	129,300	7,914
2 月	11,197	5,220	1,233	3,987	3,777	390	1,810	7,264	3,933	129,390	9,523
3 月	17,633	9,106	1,680	7,426	6,849	580	1,098	8,844	8,789	―	―

建 設 機 械 受 注 実 績

（単位：億円）

年　月	07 年	08 年	09 年	10 年	11 年	12 年	13 年	13 年 3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	14 年 1 月	2 月	3 月
総　額	20,478	18,099	7,492	15,342	19,520	17,343	17,152	1,717	1,588	1,161	1,414	1,521	1,345	1,407	1,619	1,412	1,528	1,399	1,441	1,705
海外需要	14,209	12,996	4,727	11,904	15,163	12,357	10,682	1,222	1,042	539	829	956	828	837	970	874	995	916	926	1,196
海外需要を除く	6,269	5,103	2,765	3,438	4,357	4,986	6,470	495	546	622	585	565	517	570	649	538	533	483	515	509

（注）2007 ～ 2009 年は年平均で，2010 ～ 2013 年は四半期ごとの平均値で図示した。
2013 年 3 月以降は月ごとの値を図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査
内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

…行事一覧…

（2014 年 4 月 1 日～ 30 日）

■ 機 械 部 会

■情報化機器技術委員会

月　日：4 月 4 日（金）
出席者：白塚敬三委員長ほか 4 名
議　題：① 2/18 開催の機械部会 幹事会の報告・平成 25 年度の活動結果報告と平成 26 年度の活動計画について・6/6 開催の機械部会・製造業部会 合同技術連絡会の議題（案）について　②平成 26 年度活動計画の各テーマに対する具体的取組と進め方について　③「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入重点分野」の説明　④経産省「省エネルギー型建機導入補助事業」における情報化施工機器搭載建機について　⑤その他情報交換

■トンネル機械技術委員会・幹事会

月　日：4 月 8 日（火）
出席者：赤坂茂委員長ほか 10 名
議　題：① 2/18 開催の機械部会 幹事会の報告　②各分科会の平成 25 年度活動成果報告書の説明　③平成 26 年度活動テーマ「トンネル工事用機械における排出ガス規制対応の現状の課題と今後の展望」についての検討体制と実施計画について　④ 4/22 開催予定のトンネル機械技術委員会 総会の次第について　⑤平成 26 年度の現場・工場見学会について・新名神箕面トンネル（NATM）・永田町霞ヶ関付近再構築工事（H&V 工法）・中部横断自動車道宮狩トンネル（ロングブーム吹付機）・古河ロックドリル吉井工場　⑥その他

■油脂技術委員会及び日本ルーブリゾール㈱工場見学会

月　日：4 月 11 日（金）
出席者：豊岡司委員長ほか 21 名
場　所：日本ルーブリゾール株式会社衣浦事業所
議　題：1）油脂及び添加剤の試験設備の見学 2）委員会会議①燃料・エンジン油分科会・平成 25 年度実績最終報告と平成 26 年度計画協議・BDF 情報（土木研究所（見学）の取組，JORA: BDF フォーラム（聴講）内容）　②高効率作動油分科会・市販高効率作動油まとめのご紹介・ユーザー向けアンケートの内容について　③規格普及促進分科会・JCMAS 普及促進アンケートについて・JCMAS P040 書面審議結果について　④油脂技術委員会・平成 25 年度実績最終報告と平成 26 年度計画協議・運用マニュアル訂正と JCMA 規格訂正・委員会運営マニュアルについて

■機械整備技術委員会

月　日：4 月 11 日（金）
出席者：森三朗委員長ほか 9 名
議　題：① 2/18 開催の機械部会 幹事会の報告・平成 25 年度の活動結果報告と平成 26 年度の活動計画・6/6 開催の技術連絡会について　②ハイブリッド・電動（バッテリー含む）建機の整備の安全についての最終まとめ　③平成 26 年度活動計画の各テーマについての具体的な取組みと進め方について　④その他

■建築生産機械技術委員会　移動式クレーン分科会 WG

月　日：4 月 15 日（火）
出席者：石倉武久分科会長ほか 6 名
議　題：① 4/2 発注公告のラフテレーンクレーンの作業燃費試験業務について　②ラフテレーンクレーンの作業燃費試験方法の検討と今後の進め方について　③走行燃費の試験方法の検討について　④その他

■基礎工事用機械技術委員会高知海岸 堤防耐震・液状化対策工事現場および工場見学会

月　日：4 月 17 日（木）
出席者：篠原慶二委員長ほか 18 名
見学場所：〔現場見学〕高知県土佐市高知海岸 新居工区
見学内容：鋼管杭の回転圧入による堤防耐震・液状化対策工事〔工場見学〕㈱技研製作所 本社工場・基礎工事用圧入機械の製造工場

■コンクリート機械技術委員会

月　日：4 月 17 日（木）
出席者：大村高慶委員長ほか 7 名
議　題：① 2/18 開催の機械部会 幹事会の報告・平成 25 年度活動結果報告，平成 26 年度活動計画について・6/6 開催の機械部会・製造業部会 合同技術連絡会について　②平成 26 年度活動計画の各テーマに対する具体的取組と進め方について　③機関誌連載中の「コンクリート機械の変遷」の掲載割振りと追加内容チェックについて　④ ISO/TC195 国際会議（5/13 ～ 16）に向けた準備について　⑤その他

■トンネル機械技術委員会　総会

月　日：4 月 22 日（火）
出席者：赤坂茂委員長ほか 26 名
議　題：①平成 25 年度の活動結果報告・全体報告・建設生産システム変革分科会活動報告・環境保全分科会の活動報告・安全・安心分科会の活動報告　② DVD 上映:トンネル機械の紹介（ヘグローダ，剪断二軸クラッシャー）　③平成 26 年度活動計画と活動の進め方について　④その他意見交換・事務連絡

■トラクタ技術委員会

月　日：4 月 25 日（金）
出席者：阿部里視委員長ほか 7 名
議　題：①各社のトピックス　② 2 月 18 日開催の機械部会 幹事会の報告について・平成 25 年度の活動結果報告と平成 26 年度の活動計画　③ 6/6 開催の機械部会・製造業部会 合同技術連絡会の議題について　④ホームページの更新について　⑤バイオディーゼル燃料（BDF）の動きについて　⑥その他

■ 製 造 業 部 会

■製造業部会・小幹事会

月　日：4 月 7 日（月）
出席者：小室洋幹事長ほか 8 名
議　題：①平成 25 年度の製造業部会 事業報告について・作業燃費検討 WG の活動報告・マテリアルハンドリング WG の活動報告・クレーン車道路走行 WG の活動報告　②平成 26 年度の製造業部会 事業計画について・3/13 開催の運営幹事会，3/18 開催の理事会の報告を含む　③製造業部会 幹事会の開催について　④ 6/6 開催の機械部会との合同技術連絡会のテーマについて　⑤ 7 月開催予定の合同部会（製造業部会が幹事役）のテーマについて　⑥その他

■ 建 設 業 部 会

■三役会

月　日：4 月 17 日（木）
出席者：立石洋二部会長ほか 5 名
議　題：① 4 月の建設業部会開催について・平成 25 年度建設業部会としての活動報告・平成 26 年度建設業部会としての活動計画の詳細（WG の選任報告等）・部会開催日の確認　②その他

■建設業部会

月　日：4 月 24 日（木）
出席者：立石洋二部会長ほか 25 名
議　題：①部会長挨拶　②平成 25 年度

活動概要 ③平成 26 年度 WG について ④その他（部会員からのご意見，ご提案） ⑤新三役挨拶

■レンタル業部会

■コンプライアンス分科会
月 日：4 月 8 日（火）
出席者：長崎学分科会長ほか 10 名
議 題：①「建設機械等レンタル契約の手引き」解説欄の検討 ②その他

■各種委員会等

■機関誌編集委員会
月 日：4 月 9 日（水）
出席者：渡辺和弘事務局長ほか 22 名
議 題：①平成 26 年 7 月号（第 773 号）の計画の審議・検討 ②平成 26 年 8 月号（第 774 号）の素案の審議・検討 ③平成 26 年 9 月号（第 775 号）の編集方針の審議・検討 ④平成 26 年 4 ～平成 26 年 6 月号（第 770 ～ 772 号）の進捗状況の報告・確認

■新工法調査分科会
月 日：4 月 18 日（金）
出席者：高橋浩史分科会長ほか 4 名
議 題：①新工法情報の持ち寄り検討 ②新工法紹介データまとめ ③その他

■新機種調査分科会
月 日：4 月 22 日（火）
出席者：江本平分科会長ほか 4 名
議 題：①新機種情報の持ち寄り検討 ②新機種紹介データまとめ ③その他

■建設経済調査分科会
月 日：4 月 23 日（水）
出席者：山名至孝分科会長ほか 2 名
議 題：①平成 26 年度執筆・掲載テーマの検討 ②その他

…支部行事一覧…

■北海道支部

■第 1 回広報部会広報委員会
月 日：4 月 7 日（月）
出席者：峰友博広報委員長ほか 3 名
議 題：平成 26 年度建設機械優良運転員・整備員の被表彰候補者の選定等

■調査部会調査委員会
月 日：4 月 21 日（月）
出席者：村椿紀幸調査委員会委員長ほか 21 名
議 題：平成 26 年度建設機械等損料の改正動向等について・その他（連絡事項等）

■平成 26 年度除雪機械技術講習会第 1 回打合せ
月 日：4 月 22 日（火）
場 所：北海道開発局職員研修室 第 2・第 3 教室
出席者：北村征施工技術検定委員長ほか 16 名
内 容：①平成 25 年度までの実績について ②平成 26 年度除雪機械技術講習会実施計画について ③その他

■第 1 回企画部会
月 日：4 月 23 日（水）
出席者：本名一夫企画部会長ほか 18 名
議 題：①平成 25 年度事業報告（案）について ②平成 25 年度決算報告（案）について ③平成 26 年度事業計画について ④平成 26 年度収支予算について ⑤その他（第 1 回運営委員会及び第 3 回総会関係，その他）

■支部会計監査
月 日：4 月 24 日（木）
場 所：北海道支部会議室
出席者：熊谷一男支部監査役ほか 2 名
議 題：平成 25 年度支部事業及び決算書の監査について

■東北支部

■広報部会
月 日：4 月 8 日（火）
場 所：支部会議室
参加者：浅野公隆副部会長ほか 3 名
内 容：①支部だより 167 号の編集計画について ②平成 26 年度の事業計画について ③原稿執筆依頼について ④その他

■企画部会
月 日：4 月 18 日（金）
場 所：東北支部会議室
出席者：阿部新治部会長ほか 4 名
議 題：①平成 25 年度事業報告について ② 平成 25 年度事業決算について ③役員の改選について ④表彰について

■広報部会（第 3 回 EE 東北 '14 実行委員会作業部会）
月 日：4 月 23 日（水）
場 所：フォレスト仙台
出席者：東北技術事務所 狩野武志副所長ほか 22 名
議 題：①開催概要 ②「EE 東北 '14」実施計画 ③「EE 東北 '14」予算案 ④今後の予定 ⑤その他

■企画部会
月 日：4 月 25 日（金）
場 所：東北支部会議室
出席者：阿部新治部会長ほか 4 名
議 題：① 平成 25 年度事業報告について ②平成 25 年度事業決算について ③支部監査役について ④平成 26・27 年度役員の改選について ⑤平成 26 年度事業計画（案）について ⑥平成 26 年度予算（案）について

■北陸支部

■企画部会
月 日：4 月 25 日（金）
場 所：新潟県建設会館
出席者：穂苅正昭企画部会長ほか 10 名
議 題：①平成 25 年度支部事業報告及び決算報告 ②平成 26 年度事業計画及び収支予算 ③北陸防災連絡会議について ④支部監査役規程について

■中部支部

■平成 26 年度木曽三川連合水防演習・広域連携防災訓練連絡調整会議
月 日：4 月 17 日（木）
出席者：永江事務局長
内 容：水防演習等に関する打合せ

■支部会計監査
月 日：4 月 21 日（月）
監査役：近藤正征氏，大倉茂樹氏
内 容：業務及び財産監査

■「建設 ICT 施工ガイドブック（仮称）」作成実行委員会
月 日：4 月 24 日（木），25 日（金）
出席者：青木保孝技術部会長ほか 10 名
場 所：コマツ粟津工場，福井コンピュータ㈱本社
内 容：最新情報化施工機械及び CIM についての調査等

■関西支部

■建設業部会
月 日：4 月 15 日（火）
場 所：追手門学院 大阪城スクエア
出席者：寺口勝久建設業部会長以下 19 名
議 題：①新旧部会長挨拶 ②平成 25 年度活動報告 ③平成 26 年度事業計画（案）説明 ④その他

■支部監査
月 日：4 月 21 日（月）
場 所：関西支部 会議室
出席者：太田義己支部監査役，神谷敏孝

支部監査役
内　容：平成 25 年度決算報告および関係書類にもとづく監査の実施

■企画部会
月　日：4 月 21 日（月）
場　所：関西支部 会議室
出席者：溝田寿企画部会長以下 8 名
議　題：①運営委員会に提出する議題関連　②その他

■建設用電気設備特別専門委員会（第 408 回）
月　日：4 月 23 日（水）
場　所：中央電気倶楽部 会議室
議　題：①平成 26 年度専門委員会総会　②前回議事録確認　③ JEM-TR104 建設工事用受配電設備点検保守のチェックリストの審議　④その他

■運営委員会
月　日：4 月 25 日（金）
場　所：大阪キャッスルホテル 会議室
出席者：深川良一支部長以下 25 名
議　題：① 支部規程改正の件　②平成 25 年度事業報告（案）及び決算報告（案）の件　③平成 26・27 年度運営委員選任の件　④優良建設機械運転員等表彰の件　⑤本部会長表彰について　⑥支部通常総会後の講演について　⑦その他

■ 中　国　支　部

■第 1 回企画部会
月　日：4 月 9 日（水）
場　所：中国支部事務所
出席者：髙倉寅喜部会長ほか 5 名
議　題：①第 3 回支部通常総会について　②平成 26 年度「建設の機械化施工優良技術者表彰」について　③運営委員会（春期）の準備について　④情報伝達訓練について　⑤その他懸案事項

■第 1 回部会長会議
月　日：4 月 15 日（火）
場　所：広島 YMCA 会議室
出席者：髙倉寅喜企画部会長ほか 9 名
議　題：①春期運営委員会について　②第 3 回支部通常総会について　③情報伝達訓練について　④その他懸案事項

■春期運営委員会
月　日：4 月 18 日（金）
場　所：広島 YMCA 会議室
出席者：河原能久支部長ほか 26 名
議　題：①平成 25 年度事業報告（案）に関する件　②平成 25 年度経理状況（案）に関する件　③平成 25 年度支部監査に関する件　④平成 26 年度建設の機械化施工優良技術者表彰について　⑤その他懸案事項

■第 34 回「新技術・新工法」発表会
月　日：4 月 21 日（月）
場　所：広島県立産業技術交流センター会議室
参加者：67 名
講　話：国土交通行政の最近の状況について…中国地方整備局企画部機械施工管理官 津村信昌氏
技術発表：①新しい斜面防災技術 ES ネット工法の紹介…ライト工業㈱ 歳藤修一氏　② CAT 大型発電機の活用…キャタピラーイーストジャパン㈱ 小野浩俊氏　③安全管理サイガード…㈱建設システム 髙橋尚也氏　④ノップキャリイ工法…㈱大本組 早瀬幸知氏
映像発表：①赤レンガ駅舎 保存・復原の軌跡…鹿島建設㈱　②アルミニウム合金製ドーム屋根…㈱フジタ

■第 1 回施工技術部会
月　日：4 月 24 日（木）
場　所：中国支部事務所
出席者：齊藤実部会長ほか 5 名
議　題：①平成 26 年度事業実施計画（案）について　②建設機械施工技術検定試験について　③情報伝達訓練について　④その他懸案事項

■ 四　国　支　部

■平成 26 年度第 1 回合同部会幹事会
月　日：4 月 15 日（火）
場　所：建設クリエイトビル（高松市）
出席者：小松修夫企画部会長ほか 15 名
議　題：①平成 25 年度事業報告について　②平成 25 年度決算報告について　③平成 26 年度事業計画について　④平成 26 年度予算書について　⑤平成 26 年度優良建設機械運転員・整備員等表彰者（案）について　⑥平成 26 ～ 27 年度役員等候補者（案）について　⑦その他

■支部監査役による平成 25 年度会計及び業務監査
月　日：4 月 22 日（火）
場　所：四国支部 事務局
監査者：河渕久及び堀具王四国支部監査役
内　容：①会計監査…経理事務全般，資産・負債・財産・収入及び支出の適正処理について，財務諸表・財産目録等の適正管理について　②業務監査…会員の入退会処理について，運営委員会・支部総会等の適正処理について，事業計画・事業報告・予算決算の適正処理について，その他職員の法定福利等関係書類の整理について

■平成 26 年度第 1 回運営委員会
月　日：4 月 24 日（木）
場　所：ホテルマリンパレスさぬき（高松市）
出席者：島弘支部長ほか 21 名
内　容：①平成 25 年度事業報告について　②平成 25 年度決算報告について　③平成 25 年度会計及び業務監査報告について　④平成 26 ～ 27 年度役員等候補者について　⑤平成 26 年度優良建設機械運転員・整備員等表彰について

■ 九　州　支　部

■企画委員会
月　日：4 月 16 日（水）
出席者：久保田正春企画委員長ほか 10 名
議　題：①総会・運営委員会の運営について　②本部会長表彰・支部長表彰について　③建設機械施工技術検定試験について　④平成 26 年度災害協定支援体制について

編 集 後 記

梅雨前のひと時の過ごしやすい季節になると思いきや，もう真夏日が発生するという相変わらずのジェットコースターの様な気象気温変動が起こり，体調が付いていけない状況になってきております。

さて今回の特集テーマは「インフラ」ということで，現在は，保守管理維持が注目され，どの様にして今の既存のインフラを適切に管理していくかが，ここ最近の大きなニュースからも叫ばれてきて話題となっております。

ただそういう時勢ではありますが，今回は敢えて，今後新たに取組むことが注目されている「インフラ」を中心に取り上げることにしました。

しかしそれでも「インフラ」ということだけでは施工・技術分野も広く，また本誌の最近の特集テーマとも重複しない様にするため技術報文で取り上げる分野を絞ることにしました。

最初の巻頭言では，東大教授の家田先生に日本の今後の「インフラ」に対して新たな提言をいただきました。また行政情報では，日本の今後の「インフラ」の骨幹となる方向性を示すものである「国土強靭化基本計画」を内閣官房で執筆していただきました。

そして，今回の特集テーマで絞り込んだ技術報文の「インフラ」の分野として「道路，共同溝，発電（メガソーラ，海上風力）を取上げております。

まず，道路については，2020 年の東京オリンピック開催も決まりその注目される首都圏の道路網である「首都高」「外環道」「東関道」「圏央道」の工事状況と地方では「中日本道」を取上げました。また，共同溝では大阪市の中心部である「御堂筋共同溝」を取上げました。

発電では，今後各地区の遊休地等の有効利用で注目され施工される「メガソーラ」ですが，ここでは近未来的な「月面のメガソーラ」の構想を取上げ，風力では日本でも実証研究が始まった「洋上風力発電」を取上げ，方式としては，浅瀬での着床式と沖での浮体式を取上げております。

最後になりますが，今回執筆していただいた皆様には，お忙しい中，ご協力いただき，改めて御礼申し上げます。

（立石・石倉）

７月号「維持管理・長寿命化・リニューアル特集」予告
・今後の社会資本の維持管理・更新のあり方
・首都高速道路の更新計画
・老朽化した吹付のり面の補修補強技術　ニューレスプ工法
・水頭差を利用した移動式排砂工法　矢作ダム実証実験
・青森県における橋梁アセットマネジメントシステムによる維持管理の実績
・橋梁定期点検における近接目視点検代替え技術の開発
・赤外線熱計測による道路構造物の損傷調査
・走行型３次元路面下診断システムの概要 GIMS-K
・地際腐食の非接触・非破壊検査システム　バウンダリーチェッカー
・ウォータージェットロボットによる床版端部の補修工法
・橋梁端部の狭隘部床版下面に適用することを目的とした電気防食工法
・ガードレール塗装工における機械化の紹介　ガードレールリフレッシュシステム
・亜硝酸リチウム水溶液を用いた新しい PC グラウト充てん不足部の補修工法
・既設側溝のリニューアル工法　W²R 工法

建 設 機 械 施 工
第 66 巻第 6 号（2014 年 6 月号）（通巻 772 号）
Vol. 66 No. 6 June 2014
2014（平成 26）年 6 月 20 日印刷
2014（平成 26）年 6 月 25 日発行（毎月 1 回 25 日発行）
編集兼発行人　辻 靖三
印 刷 所　日本印刷株式会社

発 行 所　一般社団法人 日本建設機械施工協会
〒 105-0011 東京都港区芝公園 3 丁目 5 番 8 号　機械振興会館内
電話（03）3433-1501；Fax（03）3432-0289；http://www.jcmanet.or.jp/
施工技術総合研究所〒 417-0801 静岡県富士市大渕 3154　電話（0545）35-0212
北海道支部〒 060-0003 札幌市中央区北三条西 2-8　電話（011）231-4428
東北支部〒 980-0802 仙台市青葉区二日町 16-1　電話（022）222-3915
北陸支部〒 950-0965 新潟市中央区新光町 6-1　電話（025）280-0128
中部支部〒 460-0002 名古屋市中区丸の内 3-17-10　電話（052）962-2394
関西支部〒 540-0012 大阪市中央区谷町 2-7-4　電話（06）6941-8845
中国支部〒 730-0013 広島市中区八丁堀 12-22　電話（082）221-6841
四国支部〒 760-0066 高松市福岡町 3-11-22　電話（087）821-8074
九州支部〒 812-0013 福岡市博多区博多駅東 2-4-30　電話（092）436-3322

建設機械施工 カタログ資料請求票

本誌に掲載されている広告のお問い合わせ、資料の請求はこの用紙を利用し、ファクシミリなどでお送りください。

※カタログ／資料はメーカーから直送いたします。　※カタログ送付は原則的に勤務先にお送りいたします。

お 名 前：　　　　　　　　　　所　　属：

会社名(校名)：

資料送付先：

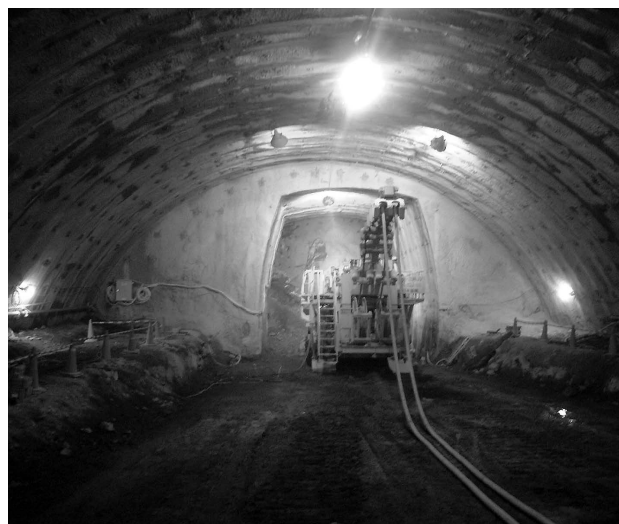
電　　話：　　　　　　　　　　F A X：

E-mail：

	広告掲載号	メーカー名	製品名
①	月号		
②	月号		
③	月号		
④	月号		
⑤	月号		

FAX送信先：サンタナ アートワークス 建設機械施工 係　FAX:03-3664-0138

ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

RH-10J-SS 強力型ブームヘッダー

主な特長

- カッター出力は330kWで、強力な切削力を発揮し、軟岩から硬岩まで幅広い地質に対応。
- 機体寸法は、高さ3.9m×幅4.2m×長さ16.5m（ケーブルハンガーを除く）
- 定位置最大切削範囲は、高さ8.75m×幅9.5m
- 高圧水ジェット噴射で粉塵抑制とピック消費量低減。
- 接地圧が低く、軟弱地盤にも対応。

KYB カヤバ システム マシナリー株式会社

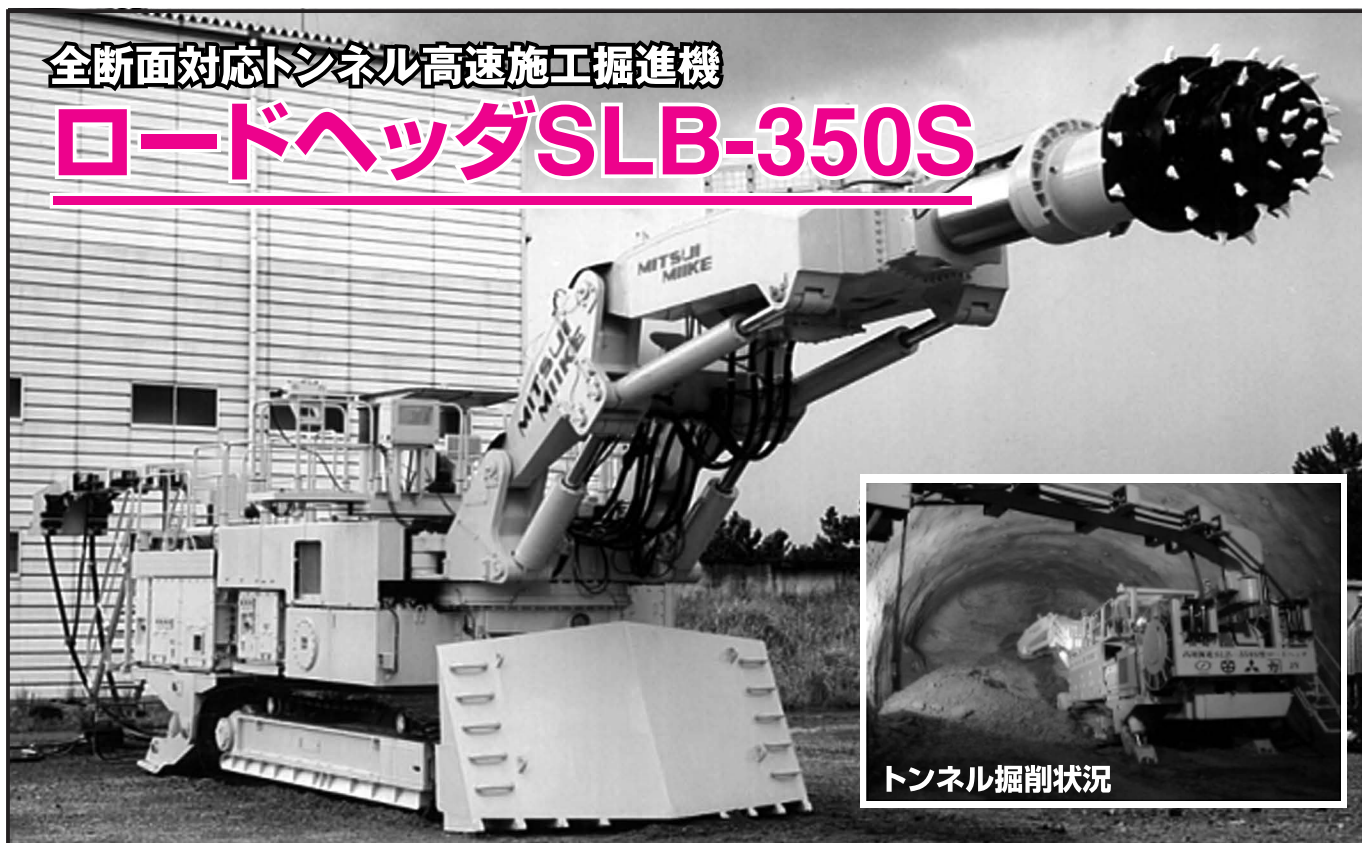
KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

http://www.kyb-ksm.co.jp

本社・営業	〒105-0012	東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル	TEL. 03-5733-9444
カスタマーサービス相模事業所	〒252-0328	神奈川県相模原市南区麻溝台1丁目12番1号	TEL. 042-767-2586
大阪支店	〒564-0063	大阪府吹田市江坂町1丁目23番20号 TEK第二ビル	TEL. 06-6387-3371
西部支店	〒812-0016	福岡県福岡市博多区博多駅南1丁目7番14号 ボイス博多	TEL. 092-411-4998
三重工場	〒514-0396	三重県津市雲出長常町1129番地11	TEL. 059-234-4111

全断面対応トンネル高速施工掘進機

ロードヘッダSLB-350S

トンネル掘削状況

大断面トンネルの高速施工を目指して

特　徴

- 国内最大の350/350kW定出力型2速切換式電動機を搭載しており、軟岩トンネルはもとより、中硬岩トンネルにおいても充分な掘削能力を発揮します。
- 切削部には中折れブームを採用しており、ベンチ長は最大5mまで確保できます。又、中折れブームを取り外しての全断面掘削、及び上半掘削も可能です。
- 中折れブームの取り外し、及び低速掘削を行うことにより、機体安定性と掘削トルクが増加し、中硬岩トンネル掘削時において高い効果を発揮します。（硬岩用ドラム使用）
- 油圧式のスライドデッキを機体両サイドに装備しており、機体幅より各々1mの張り出しが可能であるため、下部掘削時等におけるオペレータの視界が大幅に改善されます。
- ディーゼルエンジンの搭載[※1,2]により、ロードヘッダ単独での走行が可能です。
  よって、機体移動に際し配線替えや別途発電機の準備が不要となり、作業時間が短縮されます。

※1　ディーゼルエンジンはオプション仕様となります。
※2　掻寄・コンベヤ仕様の場合、ディーゼルエンジンは搭載されません。

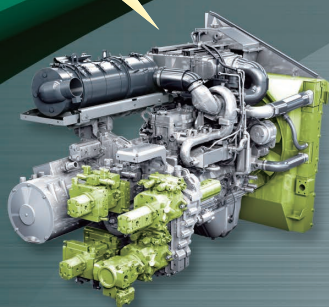
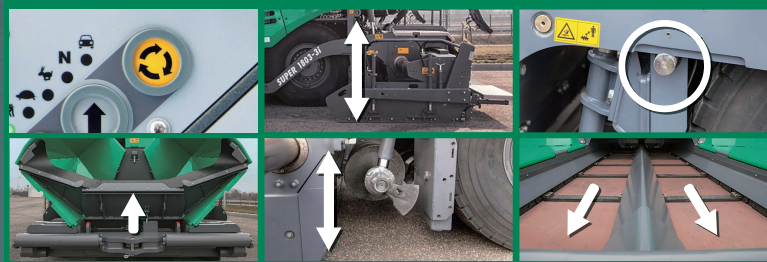
スライドデッキ

製造・販売・レンタル及びメンテナンス

株式会社 三井三池製作所

本店／〒103-0022　東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号 三井ビル2号館
TEL.03-3270-2005　　FAX.03-3245-0203

http://www.mitsuimiike.co.jp　　E-mail：sanki@mitsuimiike.co.jp

平成26年6月25日発行
（毎月1回25日）通巻772号

雑誌 03435－6

4910034350643
00800

「建設機械施工」　定価　本体八〇〇円（税別）